

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления ступицы

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ван Вэньчжэнь		05.06.2021 г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.			05.06.2021 г.

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Т.В.	К. Т. Н.		05.06.2021 г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.Н.	Д. Т. Н.		05.06.2021 г.

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		

Томск – 2021 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
P1	<p>Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.</p>
P2	<p>Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.</p>
P3	<p>Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и</p>

	<p>профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.</p>
P4	<p>Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.</p>
P5	<p>Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.</p>
P6	<p>Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении</p>

	патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Специализация 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки

	<p>малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01.

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Ван Вэньчжэнь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления ступицы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021 г. №111-35/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2021 г.
--	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
--------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Шибинский К.Г.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Т.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
РЕФЕРАТ (THE REPORT)	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	30.12.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.			30.12.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ван Вэньчжэнь		30.12.2020 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускные квалификационные работы включают: 139 страниц пояснительной записки и 20 таблиц, 21 рисунков, 14 литературных источников, 3 листа графического материала формата A1, 1 лист графического материала формата A2, и 3 лист графического материала формата A4.

Ключевые слова: СТУПИЦА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Ступица», который обеспечивает требуемую точность.

Объектом исследования является деталь «Ступица».



## **THE REPORT**

The final qualifying work contains 139 pages of explanatory notes, 20 tables, 21 figures, 14 literary sources, 3 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A2 format, and 3 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: HUB, MASTER SCHEDULE OF MACHINING, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODE, CALCULATION OF ATTACHMENT.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific part " HUB " in production using a device designed in the work.

The object of research is the detail " HUB ".

## Содержание

Введение .....	13
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЧАСТЬ.....	15
1.1 Исходные данные .....	15
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	16
1.3 Определение типа производства .....	18
1.4 Выбор исходной заготовки .....	22
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали «Ступица» ...	25
1.6 Построение расчётной схемы и граф технологических цепей.....	31
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров .....	35
1.7.1 Расчетный допуск.....	35
1.7.2 Допуски на технологические размеры .....	35
1.7.3 Допуски на технологические размеры .....	36
1.7.4 Расчёт припусков на обработку заготовки .....	36
1.7.5 Расчёт технических размеров.....	44
1.8 Выбор средств технологического оснащения .....	54
1.9 Расчет режимов резания .....	57
1.9.1 Токарно-револьверный станок: черновое точение А1.1.....	57
1.9.2 Токарно-револьверный станок: точение поверхности $\varnothing D_{1.1}$ .....	59

1.9.3 Токарно-револьверный станок: точение поверхности на чисто	
ØД <sub>1.2</sub>	60
1.9.4 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий ØД <sub>1.4</sub> .....	62
1.9.5 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий ØД <sub>1.5</sub> .....	63
1.9.6 Токарно-револьверный станок: черновое точение А2.1.....	64
1.9.7 Токарно-револьверный станок: точение поверхности ØД <sub>2.1</sub> .....	66
1.9.8 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий ØД <sub>2.2</sub> .....	67
1.10 Расчет основного времени .....	69
1.11 Определение штучно-калькуляционного времени.....	77
2. Конструкторская часть .....	81
2.1 Структура приспособления .....	82
2.2 Определение крутящего момента .....	83
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	93
3.1. Общая информация .....	93
3.2. Потенциальные потребители результатов исследования .....	93
3.3. Анализ конкурентных технических решений.....	94
3.4. SWOT-анализ .....	96
3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	97
3.6. Структура работ в рамках научного исследования .....	98

3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	103
3.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	108
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	112
Введение .....	112
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	113
4.2 Производственная безопасность .....	114
Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы..	116
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	116
4.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) .....	118
4.4.1 Анализ условий труда на рабочем месте .....	118
4.4.2 Анализ показателей микроклимата .....	120
4.4.3 Анализ показателей шума и вибрации .....	122
4.4.4 Анализ освещенности рабочей зоны .....	123
4.4.5 Анализ электробезопасности .....	126
4.4.6 Анализ пожарной безопасности .....	129
4.5 Экологическая безопасность .....	131

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	132
Выводы .....	135
Список литературы .....	137

## Введение

Целью данной работы является разработка технологии изготовления детали – Ступица.

В современных инженерных технологиях разработка ведется по следующим направлениям:

- Повышение качества и экономической эффективности технического оборудования (высокопроизводительные станки, более долговечные инструменты и т.д.); установить эффективный маршрут технического процесса;
- использование эффективн системы управления и производственного плана;
- полностью автоматизированное производство, включая проектирование продукции, проектирование технологических процессов, разработку графика и т.д.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

Цель дипломной программы определяет следующие задачи:

- Анализ исходной информации и заводских технологических процессов;

- Разработка новых технологических процессов;
- Разработка содержания механообрабатывающих операций;
- Разработка контрольных процедур;
- Рассчитать усилие прижима заготовки в приспособлении;
- Подбор контрольной аппаратуры;
- Экономические причины проекта;
- Методическая разработка.

В работе освещены вопросы экономики и безопасности жизнедеятельности.





## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Качественная оценка технологичности деталей, конфигурации деталей и материалов изготовления позволяет использовать самые современные детали и сокращает количество этапов обработки.

Для детали «Ступица» выбираем заготовку из серого чугуна СЧ-15 ГОСТ 1412-85. В техническом процессе в заготовительной операции выберем литье в песчано-глинистую форму.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). Шероховатость поверхностей имеет параметр Rz80. Но шероховатость в диаметре 66 и 46 составляет Ra1.6, что требуют дополнительной чистовой обработки. Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

В целом, следует отметить, что эта деталь является технологичной и не представляет особых трудностей для проектирование технологического процесса.

Ступица часто представляет собой центральную часть вращающегося вала с отверстием (маховик, шкив и т. Д.) Для установки на валу или валу. Отверстие ступицы обычно имеет рифленую шпонку или шлицевой профиль, если это необходимо на передаточном валу. Для свободного вращения плунжер или подшипник качения запрессовывают в отверстие ступицы.

Из-за выхода из строя подшипника замена ступицы - обычное дело. В некоторых случаях подшипник можно заменить только заменой всей ступицы колеса. Во избежание частых поломок подшипников следует тщательно выбирать саму ступицу, поскольку в некоторых случаях ступица и подшипник являются частью конструкции. Своевременная качественная смазка также очень важна. Элементы ступицы не требуют регулировки в течение всего срока службы всего узла, и в большинстве случаев их заменяют только вместе со ступицей целиком.

Ступица представляет собой втулку с двумя подшипниками внутри, закрытую сальником.

Ступица колеса литая или точеная. Они соединяются с задним тормозным диском заклепками, болтами и сваркой. Ступица служит для установки крыльчатки на вал и фиксации их шпонками и стопорными болтами. Станина изготавливается из чугуна или сварена стальным листом.

Ступица может быть расположена симметрично или асимметрично относительно обода. Это определяется техническими или проектными условиями.

### 1.3 Определение типа производства

Фиксированный коэффициент использования  $K_{з.о}$ , определяемый по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{ср}} \quad (1.1)$$

Где:  $T_{ср}$  – среднее штучно – калькуляционное время;

$t_B$  – такт выпуска детали, мин.

Время выпуска детали определяется по следующей формуле:

$$t_B = \frac{60\Phi_d}{N} \quad (1.2)$$

Где:  $\Phi_d$  – фонд времени в планируемый период, мин;

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

При использовании машин массой от 1 до 10 тонн в двухсменном режиме работы:  $\Phi_d = 4029$  ч.

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{6000} = 40,29 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{ш-к} = \varphi_k T_0 \cdot 10^{-3}$$

Где:  $T_0$  – Основное техническое время, мин;

$\varphi_k$  – Коэффициент  $i$ -й основной операции зависит от типа станка и предполагаемого типа производства.

1. Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец.

переход 2: точить поверхность.

переход 3: точить поверхность начисто.

переход 4: точить канавку.

переход 5: расточить отверстие.

переход 6: расточить отверстие.

переход 7: точить канавку.

Для первой операции (токарная с ЧПУ)  $фк=2,14$ .

2. Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец.

переход 2: точить поверхность.

переход 3: расточить отверстие.

переход 4: точить канавку.

Для второй операции (токарная с ЧПУ)  $фк=2,14$ .

3. Сверлильная операция с ЧПУ:

переход 1: сверлить отверстия.

переход 2: сверлить отверстия.

переход 3: сверлить отверстия.

Для третьей операции (сверлильный станок)  $фк = 1,75$

4. Фрезерная операция с ЧПУ:

переход 1: Фрезеровать лыску.

Четвертый процесс (фрезерный станок)  $фк = 1,84$

1). Определено время основного процесса для первой операции.

$$\begin{aligned}
 T_{шт.1} &= [0,037(D_1^2 - d_1^2) + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,052(D_3^2 - d_3^2) + 0,18 \cdot d_3 l_3 \\
 &+ 0,037 \cdot (D_4^2 - d_4^2) + 0,18 \cdot d_5 l_5 + 0,17 \cdot d_6 l_6] \cdot 10^{-3} \\
 &= [0,037(66^2 - 0) + 0,17 \cdot 40 \cdot 66 + 0,052(66^2 - 0) + 0,4 \cdot 5 \\
 &+ 0,18 \cdot 40 \cdot 65 + 0,18 \cdot 46 \cdot 20 + 0,4 \cdot 5] \cdot 10^{-3} = 1,45
 \end{aligned}$$

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 2,14 \times 1,45 = 3,10 \text{ мин}$$

2). Основное технологическое время второй операции

определяем

$$\begin{aligned}
 T_{шт.2} &= [0,037(D_1^2 - d_1^2) + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,18 \cdot d_3 l_3 + 0,4 \cdot l_4] \cdot 10^{-3} \\
 &= [0,037(66^2 - 0) + 0,17 \cdot 20 \cdot 66 + 0,18 \cdot 46 \cdot 20 + 0,4 \cdot 5] \cdot 10^{-3} \\
 &= 0,53
 \end{aligned}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 2,14 \times 0,53 = 1,13 \text{ мин}$$

3). Основное технологическое время третьей операции определяем

$$\begin{aligned}
 T_{шт.3} &= [0,52 \cdot d_1 l_1 \cdot 4 + 0,52 \cdot d_2 l_2 \cdot 6 + 0,52 \cdot d_3 l_3 \cdot 6] \cdot 10^{-3} \\
 &= [0,52 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 4 + 0,52 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 6 + 0,52 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 6] \cdot 10^{-3} = 0,46
 \end{aligned}$$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к3} T_{03} = 1,75 \times 0,46 = 0,81 \text{ мин}$$

4). Основное технологическое время четвертой операции

определяем

$$T_{шт.4} = 0,034 B L \cdot 10^{-3} = 0,034 \cdot 7 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,01$$

$$T_{ш-к4} = \varphi_{к4} T_{04} = 1,84 \times 0,01 = 0,02 \text{ мин}$$

Средняя штука - расчетное время выполнения технологической операции определяется по следующей формуле:

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{шi}}{n} = \frac{3,10 + 1,13 + 0,81 + 0,02}{4} = 1,27 \text{ мин} \quad (1.3)$$

Рассчитать тип продукции по следующей формуле:

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{40,29}{1,27} = 31,72$$

По количеству партий и сложности их изготовления серийное производство делится на мелкие, средние и крупные партии.

$$20 < K_{з,о} = 31,72 \leq 40$$

Тип производства – мелкосерийный.

## 1.4 Выбор исходной заготовки

«Ступица» – серый чугун СЧ-15 ГОСТ 1412-85. По классификации это высокопрочный чугун. Используется для изделий с высокой прочностью и удовлетворительной пластичностью.

Выбираем способ получения заготовки-отливки в песчано-глиняной форме. В связи с небольшими масштабами производства мы выбираем одноразовые литейные формы.

Литье в песчаные формы является основным методом изготовления отливок.

При отливке в песчано-глиняную форму отливка получается путем свободного выливания расплавленного металла в песчаную (песчано-глиняную) форму.

Требования к литейному производству включают: способность использовать доступные методы и технологии литья для производства высококачественных отливок с учетом имеющегося оборудования.

После заливки расплавленного металла, дающего ему кристаллизоваться и остыть, разбейте форму и выньте отливку. Снимите шток с выбитой отливки. Затем удалите заслонку, заусенец и заусенец, удалите пригоревший песок с поверхности.

Отливка в песчано-глиняные формы не может обеспечить высокоточного изготовления заготовок. С целью повышения точности используются специальные виды литья: в металлические формы (кокиль); центробежное под давлением; в формы корпуса и т. Д.

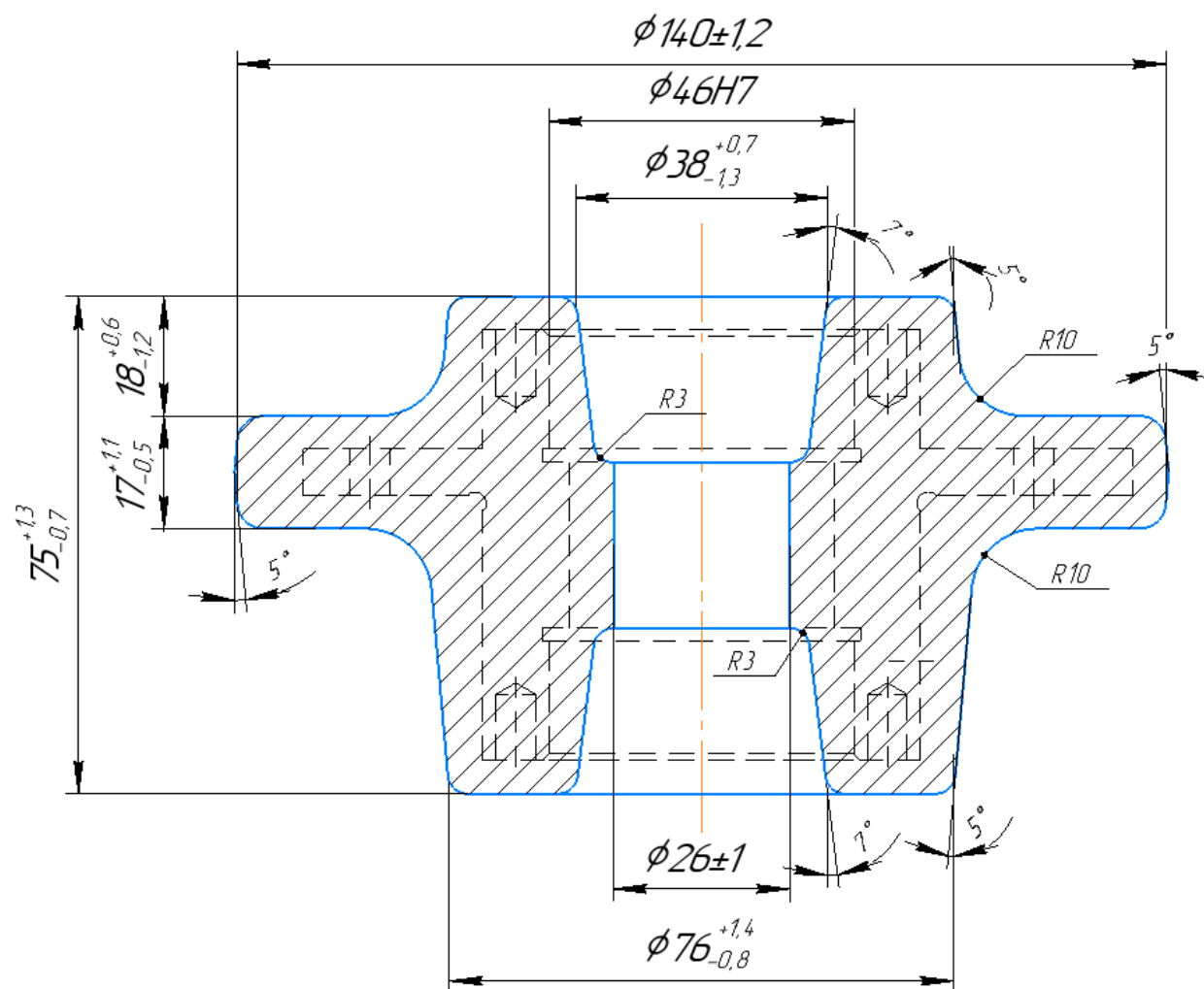


Рис. 2. – Чертеж отливки

Химический состав в % серого чугуна СЧ-15 в таблице 1 (ГОСТ 1412-85) .

Табл. 1 Химический состав

С	Si	Mn	S	P
3,5 – 3,7	2 – 2,4	0,5 – 0,8	До 0,15	До 0,2



Механические свойства серого чугуна СЧ-15 в таблице 2.

Табл. 2 Механические свойства

Марка	Предел прочности на растяжение $\sigma_B$ , МПа, (кгс/мм <sup>2</sup> ), не менее
СЧ15	150 (15)

## 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали

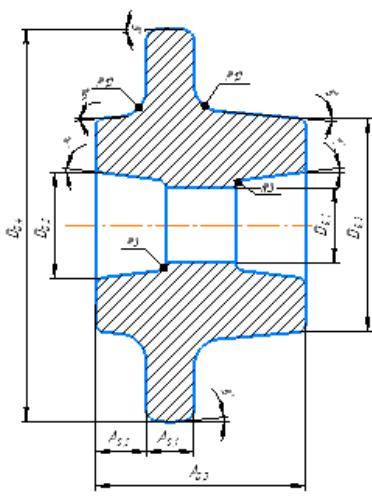
### «Ступица»

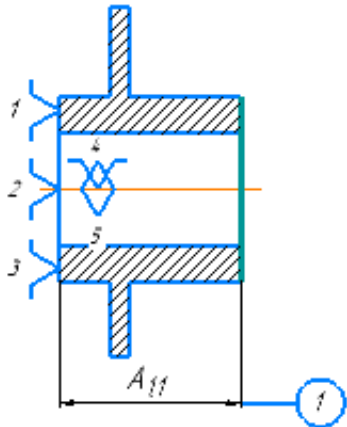
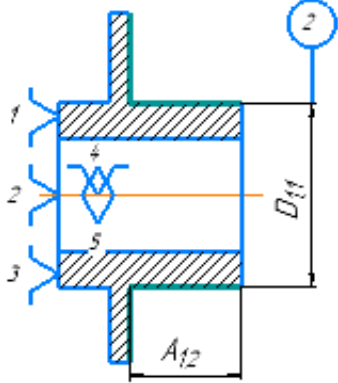
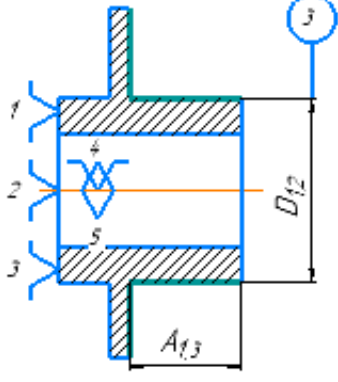
Обработка деталей - это часть производственного процесса, необходимая для изменения формы, размера или физико-механических свойств деталей в соответствии с требованиями чертежей и технических спецификаций.

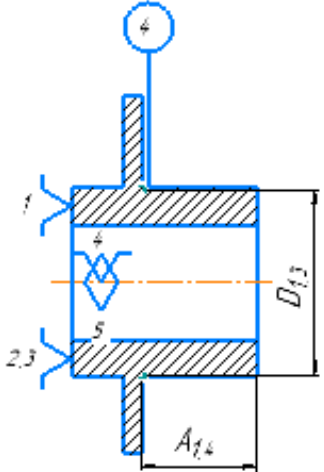
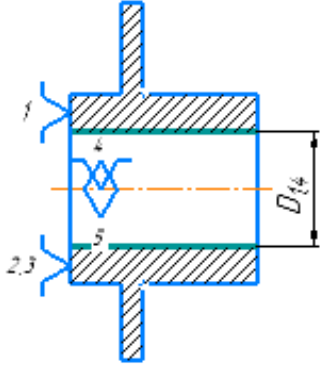
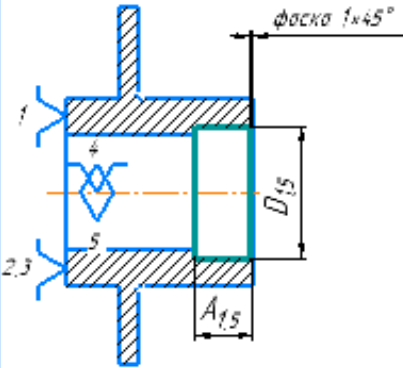
Технические операции являются неотъемлемой частью технического процесса, выполняемого на рабочем месте на машине.

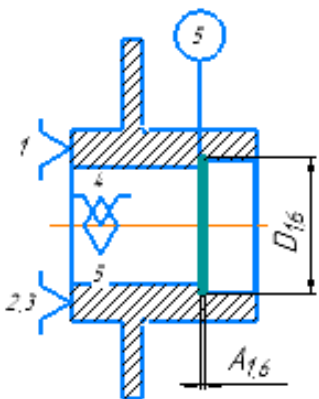
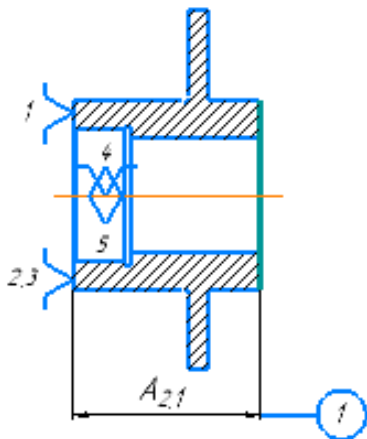
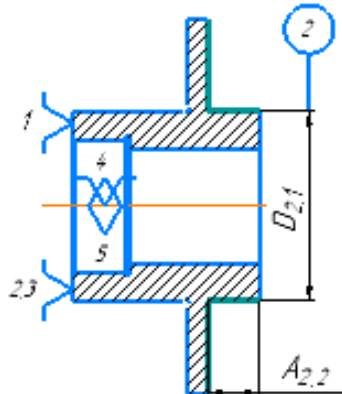
Маршрут технологии изготовления детали «Ступица» представлен в таблице 3.

Табл. 3 Маршрут обработки

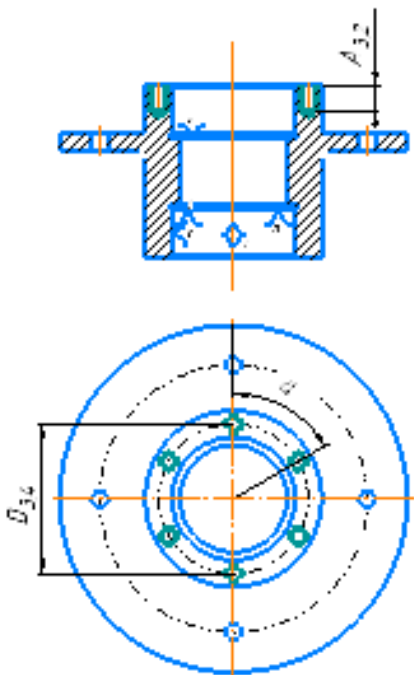
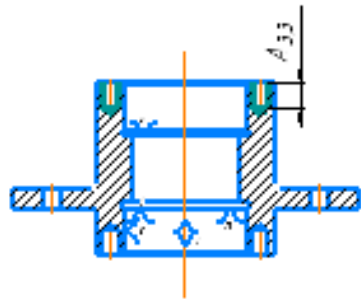
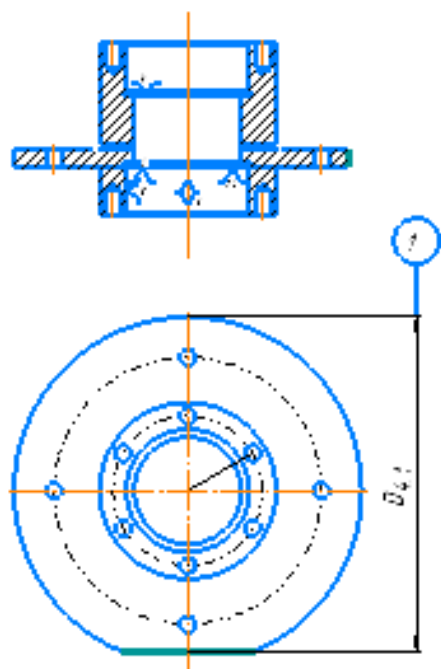
Номер		Наименование и содержание операции и переходов	Операционный ЭКСиЗ
Операции	Перехода		
0	A	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>В качестве способа получения заготовки выбираем центробежное литье в металлические формы выдерживая размер <math>A_{0,1}</math>, <math>A_{0,2}</math>, <math>A_{0,3}</math> и <math>D_{0,1}</math>, <math>D_{0,2}</math>, <math>D_{0,3}</math>, <math>D_{0,4}</math>.</p>	

1	Б	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить и снять деталь.</p> <p>1 Подрезать торец 1, выдерживая размер <math>A_{11}</math>.</p>	
	2	<p>Точить поверхность 2, до диаметра <math>D_{11}</math> выдерживая размеры <math>A_{12}</math>.</p>	
	3	<p>Точить поверхность 3 на чистоту до диаметра <math>D_{12}</math> выдерживая размеры <math>A_{13}</math>.</p>	

	4	<p>Точить канавку 4 начисто до диаметра <math>D_{13}</math>, выдерживая размеры <math>A_{14}</math>.</p> <p>Канавка точится специальным канавочным резцом (форма резца по форме канавки).</p>	
	5	<p>Расточить до диаметра <math>D_{14}</math> на проход.</p>	
	6	<p>Расточить отверстие до диаметра <math>D_{15}</math> выдерживая размер <math>A_{15}</math>. Точить фаску, выдерживая размер <math>1 \times 45^\circ</math></p>	

	7	<p>Точить канавку 5 начисто до диаметра <math>D_{16}</math>, выдерживая размеры <math>A_{16}</math>.</p>	
2	Б	<p>Токарно-револьверная операция</p> <p>Переустановить заготовку и закрепить.</p> <p>Подрезать торец 1, выдерживая размер <math>A_{21}</math>.</p>	
	2	<p>Точить поверхность 2, до диаметра <math>D_{21}</math> выдерживая размеры <math>A_{22}</math>.</p>	



	2	<p>Сверлить 6 отверстий <math>A_{3,2}</math> выдерживая размеры <math>D_{3,4}</math> и <math>a</math>.</p>	
	3	<p>Сверлить 6 отверстий <math>A_{3,3}</math> выдерживая размеры <math>D_{3,4}</math> и <math>a</math>.</p>	
4	A	<p>Фрезерная операция.</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>1</p> <p>Фрезерование поверхности 1 до размера <math>D_{4,1}</math>.</p>	

Токарная обработка включает в себя выполнение множества операций: обработка внешних и внутренних цилиндрических поверхностей, конических и профильных поверхностей с помощью инструмента, торцевых поверхностей, нарезание внешней и внутренней резьбы, нарезание, сверление, зенкование и развёртывание.

Фрезерование - это общий метод предварительной и чистовой обработки плоских, зубчатых, резьбовых и профильных поверхностей. Основное движение со скоростью резания передается фрезе, а требуемая комбинация подачи обычно передается на заготовку. В большинстве случаев фрезерование применяется для обработки плоских поверхностей.

Сверление - это процесс сверления отверстий в твердых материалах с помощью сверла. Наиболее широко используемый шнек - шнек с двумя режущими лезвиями и двумя спиральными канавками для удаления стружки.

## **1.6 Построение расчётной схемы и граф технологических цепей**

Чтобы проверить точность проектных размеров, необходимо отдельно составлять осевые и радиальные габаритные чертежи.

Чертеж с размерами основного производственного процесса представляет собой набор размерных цепочек процесса. Замкнутым звеном в технологической цепочке эксплуатации является запас по обработке поверхности и расчетным размерам, который непосредственно берется из чертежей. Помимо замкнутых звеньев в технической цепочке существуют также составные звенья - технические размеры, полученные при всех операциях (переделках) обрабатываемых деталей [2, стр. 75].



Непосредственно сохраняйте проектный осевой размер, сохраняя при этом окончательный технический размер:

Тесные связи в технологической цепочке операций – это пределы обработки поверхности и конструктивные размеры, полученные непосредственно из чертежей. Помимо замкнутых ссылок в технологической цепочке существуют компонентные ссылки, которые являются техническими показателями, полученными во всех операциях (переходах) обработки продукта.

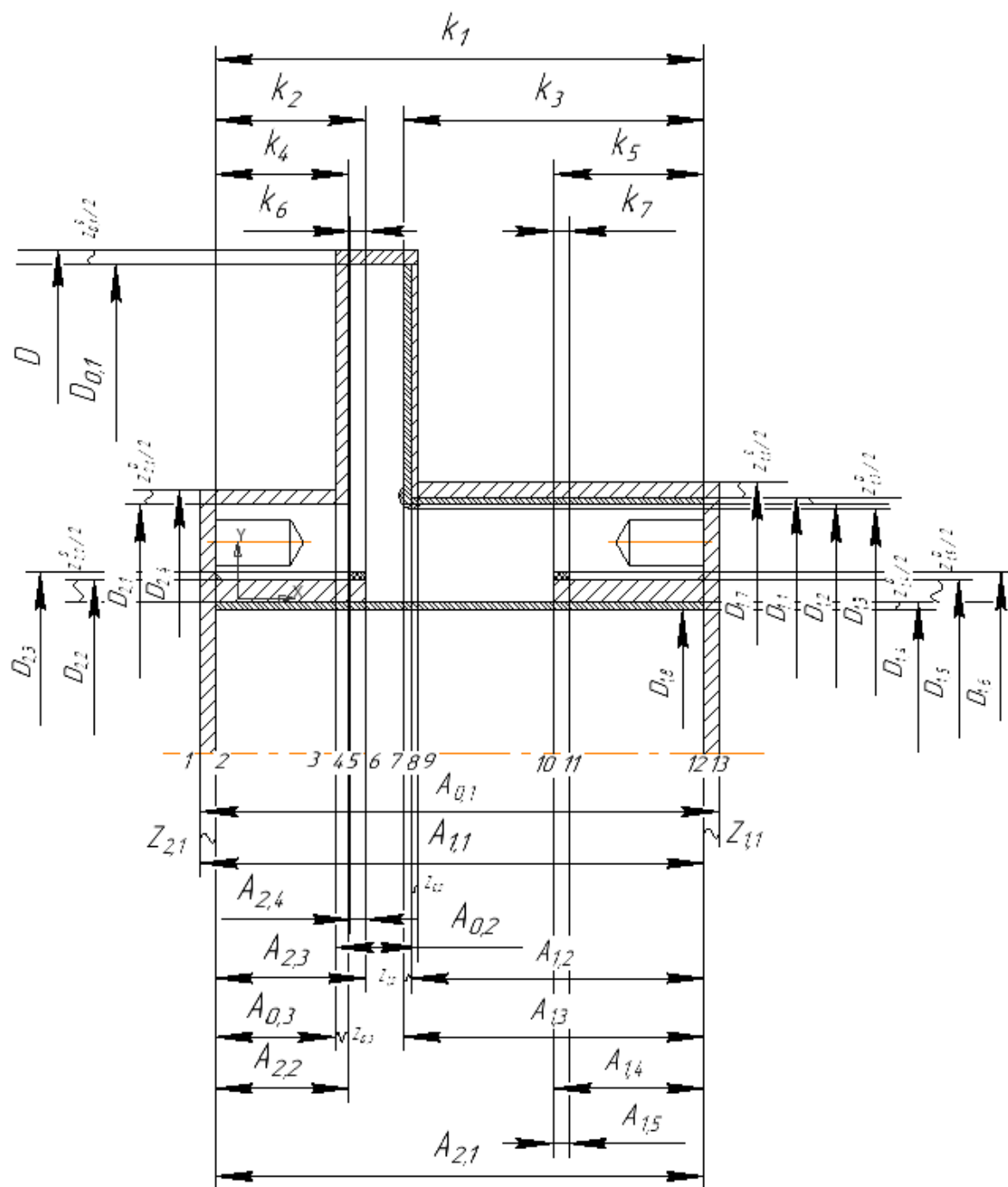


Рис. 3 – Размерная схема

В этой схеме размеров число поверхностей равно 13, количество размеров процесса равно 12, количество припусков равно 5, количество размеров конструкции равно 7. Следовательно, размерная схема построена правильно.

График-дерево для конструктивной схемы изготовления стекла показано на рис. 4.

Здесь:  $T=13$ ,  $A=12$ ,  $K=7$ ,  $Z=5$ .

В соответствии с формулой:  $T=A+1$ :  $A=K+Z$ , следовательно, размерная диаграмма построена правильно.

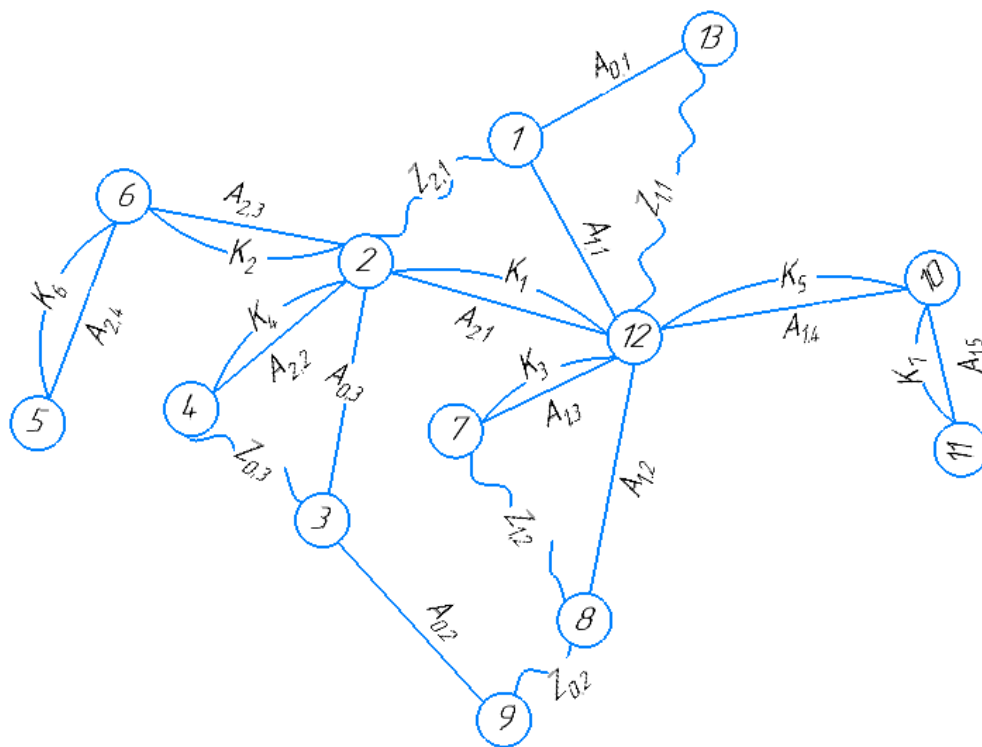


Рис. 4 – Схема цепи технических размеров

Для каждого проектного размера  $K_i$ , который не поддерживается непосредственно во время выполнения технического процесса, в комплексном плане обработки детали (рис. 1.5b) мы определяем содержащуюся в нем размерную цепочку. Размерная цепь должна содержать как можно меньше звеньев компонентов. Мы рисуем размерную цепочку, содержащую этот расчетный размер, и проверяем возможность решения размерной цепи.

## 1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 1.7.1 Расчетный допуск

Допуски по размерам конструкции были выписаны из чертежей деталей.

$$TK_1 = (65)^{+0,37} = 0,37\text{мм};$$

$$TK_2 = (20)^{+0,26} = 0,26\text{мм};$$

$$TK_3 = (40)^{+0,31} = 0,31\text{мм};$$

$$TK_4 = (18)^{+0,215} = 0,215\text{мм};$$

$$TK_5 = (20)^{+0,26} = 0,26\text{мм};$$

$$TK_6 = (2)^{+0,125} = 0,125\text{мм}$$

$$TK_7 = (2)^{+0,125} = 0,125\text{мм}$$

### 1.7.2 Допуски на технологические размеры

Осевые технические допуски на размеры взяты из [2, стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{6i} \quad (1.4)$$

Где:  $\omega_{ci}$  – статическая точность обработки, мм;

$\varepsilon_{6i}$  – погрешность базирования, мм.

$\rho_{и.i-1}$  – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

Допуск осевых технических размеров:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0,2 + 0 = 0,32\text{мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,08 + 0 + 0 = 0,08\text{мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,08 + 0 + 0 = 0,08\text{мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c + \rho_{и1} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,08 + 0 + 0 = 0,08\text{мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c + \rho_{и2} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12\text{мм}$$

### 1.7.3 Допуски на технологические размеры

При расчете максимального и минимального методов необходимо обеспечить точный размер предполагаемого размера провода:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (1.5)$$

$$TK_1 = 0,37\text{мм}; TA_{2,1} = 0,12\text{мм}$$

$$TK_2 = 0,26\text{мм}; TA_{2,3} = 0,08\text{мм}$$

$$TK_3 = 0,31\text{мм}; TA_{1,3} = 0,08\text{мм}$$

$$TK_4 = 0,215\text{мм}; TA_{2,2} = 0,12\text{мм}$$

$$TK_5 = 0,26\text{мм}; TA_{1,4} = 0,08\text{мм}$$

$$TK_6 = 0,125\text{мм}; TA_{2,4} = 0,12\text{мм}$$

$$TK_7 = 0,125\text{мм}; TA_{1,5} = 0,12\text{мм}$$

### 1.7.4 Расчёт припусков на обработку заготовки

Непосредственно сохраняйте проектный осевой размер, сохраняя при этом окончательный технический размер.

Заготовка должна обеспечивать указанное качество детали при обработке. Есть промежуточные и общие припуска.

Общий припуск представляет собой сумму промежуточных припусков по всему техническому маршруту для обработки поверхности.

В производстве аналитические и статистические методы широко используются для установления припусков на обработку. Используя статистический метод, общие и промежуточные припуски могут быть извлечены из таблицы на основе опыта крупных предприятий. Аналитический метод является расчетным, он позволяет назначать припуски более обоснованно, но он значительно более трудоемкий.

Для каждого проектного размера  $K_i$ , который не поддерживается напрямую во время выполнения технического процесса, в сложном плане обработки детали мы определяем содержащуюся в нем размерную цепочку. Размерная цепь должна содержать как можно меньше звеньев компонентов. Мы нарисовали размерную цепочку, содержащую этот рассчитанный размер, и при использовании метода максимума-минимума для расчета размерной цепи допуск замкнутого контура равен или больше, чем спецификация правила, и мы проверяем цепочку возможностей решения размера. Сумма допусков звеньев цепи.

### 1.7.4.1 Рассчитать припуск на размер диаметра

Минимальный припуск:

$$Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}) \quad (1.6)$$

Где:  $z_{i \min}$  – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$Rz_{i-1}$  – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{y_i}$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

#### Припуски $Z_{01}^D$

Минимальный припуск:

$$Z_{01 \min}^D = 2 \cdot (200 + 200 + \sqrt{(45^2 + 160^2) + 40^2}) = 1142 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{01 \max}^D = Z_{01 \min}^D + TZ_{01}^D = Z_{01 \min}^D + TD + TD_{01} = 1142 + 170 + 170 = 1482 \text{ мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{01 \text{ ср}}^D = \frac{Z_{01 \max}^D + Z_{01 \min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{01}^D}{2} = \frac{1482 + 1142}{2} \pm \frac{340}{2} = 1312 \pm 170 \text{ мкм.}$$

#### Припуски $Z_{11}^D$ :

Минимальный припуск:

$$Z_{11min}^D = 2 \cdot (200 + 200 + \sqrt{(40^2 + 150^2) + 40^2}) = 1121 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{11max}^D = Z_{11min}^D + TZ_{11}^D = Z_{11min}^D + TD_{11} + TD_{17} = 1121 + 120 + 120 = 1361 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{11cp}^D = \frac{Z_{11max}^D + Z_{11min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{11}^D}{2} = \frac{1361 + 1121}{2} \pm \frac{240}{2} = 1241 \pm 120 \text{мкм.}$$

**Припуски  $Z_{13}^D$ :**

Минимальный припуск:

$$Z_{13min}^D = 2 \cdot (100 + 70 + \sqrt{(20^2 + 30^2) + 40^2}) = 448 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{13max}^D = Z_{13min}^D + TZ_{13}^D = Z_{13min}^D + TD_{11} + TD_{12} = 448 + 120 + 80 = 648 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{13cp}^D = \frac{Z_{13max}^D + Z_{13min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{16}^D}{2} = \frac{648 + 448}{2} \pm \frac{200}{2} = 548 \pm 100 \text{мкм.}$$

**Припуски  $Z_{14}^D$ :**

Минимальный припуск:

$$Z_{14min}^D = 2 \cdot (120 + 80 + \sqrt{(25^2 + 80^2) + 40^2}) = 586 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{14max}^D = Z_{14min}^D + TZ_{14}^D = Z_{14min}^D + TD_{14} + TD_{18} = 586 + 120 + 120 = 826 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{14cp}^D = \frac{Z_{14max}^D + Z_{14min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{14}^D}{2} = \frac{826 + 586}{2} \pm \frac{240}{2} = 706 \pm 120 \text{мкм.}$$

**Припуски  $Z_{15}^D$ :**



Минимальный припуск:

$$Z_{15min}^D = 2 \cdot (90 + 60 + \sqrt{(20^2 + 60^2) + 40^2}) = 450 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{15max}^D = Z_{15min}^D + TZ_{15}^D = Z_{15min}^D + TD_{15} + TD_{14} = 450 + 120 + 80 = 650 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{15cp}^D = \frac{Z_{15max}^D + Z_{15min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{15}^D}{2} = \frac{650 + 450}{2} \pm \frac{200}{2} = 550 \pm 100 \text{мкм.}$$

**Припуски  $Z_{21}^D$ :**

Минимальный припуск:

$$Z_{21min}^D = 2 \cdot (200 + 200 + \sqrt{(40^2 + 150^2) + 40^2}) = 1121 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{21max}^D = Z_{21min}^D + TZ_{21}^D = Z_{21min}^D + TD_{21} + TD_{24} = 1121 + 120 + 120 = 1361 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{21cp}^D = \frac{Z_{21max}^D + Z_{21min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{21}^D}{2} = \frac{1361 + 1121}{2} \pm \frac{240}{2} = 1241 \pm 120 \text{мкм.}$$

**Припуски  $Z_{22}^D$ :**

Минимальный припуск:

$$Z_{22min}^D = 2 \cdot (90 + 60 + \sqrt{(20^2 + 60^2) + 40^2}) = 450 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{22max}^D = Z_{22min}^D + TZ_{22}^D = Z_{22min}^D + TD_{22} + TD_{14} = 450 + 120 + 80 = 650 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{22cp}^D = \frac{Z_{22max}^D + Z_{22min}^D}{2} \pm \frac{TZ_{22}^D}{2} = \frac{650 + 450}{2} \pm \frac{200}{2} = 550 \pm 100 \text{мкм.}$$

Расчетные данные заносятся в таблицу 4.

Таблица 4. Припуски на обработку поверхностей

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon_i$				
$Z_{01}^D$	200	200	166	40	1142	340	1482	$1312 \pm 170$
$Z_{11}^D$	200	200	155	40	1121	240	1361	$1241 \pm 120$
$Z_{13}^D$	100	70	36	40	448	200	648	$548 \pm 100$
$Z_{14}^D$	120	80	84	40	586	240	826	$706 \pm 120$
$Z_{15}^D$	90	60	63	40	450	200	650	$550 \pm 100$
$Z_{21}^D$	200	200	155	40	1121	240	1361	$1241 \pm 120$
$Z_{22}^D$	90	60	63	40	450	200	650	$550 \pm 100$

#### 1.7.4.2 Расчет припусков на осевые размеры

Формула расчета запаса на плоскости обработки выглядит следующим образом [2, стр. 48]:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.7)$$

**Припуски  $Z_{11}$ :**

Минимальный припуск:

$$Z_{11min} = 100 + 80 + 150 = 330 \text{ мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{11max} = Z_{11min} + TZ_{11} = Z_{11min} + TA_{01} + TA_{11} = 330 + 500 + 320 = 1150 \text{ мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{11_{cp}} = \frac{Z_{11_{max}} + Z_{11_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{11}}{2} = \frac{1150 + 330}{2} \pm \frac{820}{2} = 740 \pm 410 \text{мкм.}$$

### Припуски $Z_{12}$ :

Минимальный припуск:

$$Z_{12_{min}} = 20 + 25 + 60 = 105 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{12_{max}} = Z_{12_{min}} + TZ_{12} = Z_{12_{min}} + TA_{12} + TA_{13} = 105 + 120 + 80 = 305 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{12_{cp}} = \frac{Z_{12_{max}} + Z_{12_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{12}}{2} = \frac{305 + 105}{2} \pm \frac{200}{2} = 205 \pm 100 \text{мкм.}$$

### Припуски $Z_{21}$ :

Минимальный припуск:

$$Z_{21_{min}} = 100 + 80 + 150 = 330 \text{мкм.}$$

Максимальный припуск:

$$Z_{21_{max}} = Z_{21_{min}} + TZ_{21} = Z_{21_{min}} + TA_{11} + TA_{21} = 330 + 320 + 120 = 770 \text{мкм.}$$

Средний припуск:

$$Z_{21_{cp}} = \frac{Z_{21_{max}} + Z_{21_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{21}}{2} = \frac{770 + 330}{2} \pm \frac{440}{2} = 550 \pm 220 \text{мкм}$$

Табл. 5 Припуски на обработку торцев

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$				
$Z_{11}$	100	80	150	330	820	1150	$740 \pm 410$

$Z_{12}$	20	25	60	105	200	305	$205 \pm 100$
$Z_{21}$	100	80	150	330	440	770	$550 \pm 220$

## 1.7.5 Расчёт технических размеров

### 1.7.5.1 Рассчитать размер процесса размера диаметра

1) Нарисуйте размерную цепочку на отверстии станка  $\varnothing 130_{-0,5}$  (рис. 12).

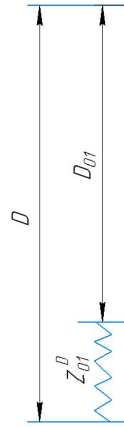


Рис. 5 – Размерная цепь (Обработка отверстий  $\varnothing 130_{-0,5}$ )

Размер  $D_{17}$  равен  $K_{D1}$ , то есть:  $D_{01} = K_{D1} = \varnothing 130_{-0,5}$  мм - приемлемый размер процесса, полученный после черновой обработки отверстия.

Находим технологический размер  $D_{01}$ :

$$D_{01_{cp}} = \frac{130 + 129,5}{2} = 129,75 \text{ мм.}$$

$$D_{cp} = D_{01_{cp}} + Z_{01_{cp}}^D = 129,75 + 1,312 = 131,062 \text{ мм}$$

Так как  $TD = 0,17 \text{ мм}$ , то  $D_{расч} = 131,062_{-0.06}^{+0.06} \text{ мм}$ .

$$D = 131,1_{-0,07}^{+0,10} \text{ мм.}$$

Пересчитаем минимальные и максимальные допуски для диаметральных размеров:

$$Z_{01_{max}}^D = D_{max} - D_{01_{min}} = 131,20 - 129,5 = 1,7 \text{ мм.}$$

$$Z_{01_{min}}^D = D_{min} - D_{01_{max}} = 131,03 - 130 = 1,03 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = \frac{Z}{2}$ .

Тогда максимально возможная глубина резания  $t_{\max}$  (необходимо рассчитать максимально возможное усилие резания и мощность станка):

$$t_{01\max} = \frac{Z_{01\max}^D}{2} = \frac{1,7}{2} = 0,85\text{мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{01\min} = \frac{Z_{01\min}^D}{2} = \frac{1,03}{2} = 0,515\text{мм.}$$

$$t_{01\text{cp}} = \frac{t_{01\max} + t_{01\min}}{2} = \frac{0,85 + 0,515}{2} = 0,683\text{мм.}$$

2) Технологический размер  $D_{11}$ :

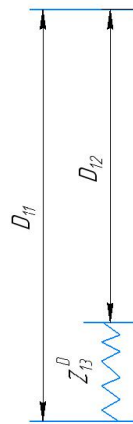


Рис. 6 – Размерная цепь (Обработка отверстий  $D_{11}$ )

Размер  $D_{12}$  равен  $K_{D2}$ ,  $D_{12} = K_{D2} = \varnothing 66_{-0,03}\text{мм}$  – приемлемый технический размер, полученный после вращения наружной поверхности.

$$D_{12\text{cp}} = \frac{66 + 65,97}{2} = 65,985\text{мм.}$$

$$D_{11\text{cp}} = D_{12\text{cp}} + Z_{13\text{cp}}^D = 65,985 + 0,548 = 66,533\text{мм.}$$

$$TD_{11} = 0,12\text{мм,}$$

$$D_{11\text{расч}} = 66,533_{-0,06}^{+0,06}\text{мм.}$$

$$D_{11} = 66,5_{-0,06}^{+0,06}\text{мм.}$$

Мы пересчитываем значения наименьших и наибольших припусков на грубую токарную обработку:

$$Z_{13max}^D = D_{11max} - D_{12min} = 66,56 - 65,97 = 0,59\text{мм.}$$

$$Z_{13min}^D = D_{11min} - D_{12max} = 66,44 - 66 = 0,44\text{мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{13max} = \frac{Z_{13max}^D}{2} = \frac{0,59}{2} = 0,295\text{мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{13min} = \frac{Z_{13min}^D}{2} = \frac{0,44}{2} = 0,22\text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{13cp} = \frac{t_{13max} + t_{13min}}{2} = \frac{0,295 + 0,22}{2} = 0,2575\text{мм.}$$

3) Рисуем размерную цепочку для обработки наружной поверхности  $66,5^{+0,06}_{-0,06}$  (рис. 14).

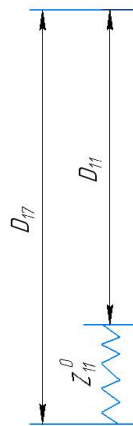


Рис. 7 – Размерная цепь для расчета размеров

$D_{11} = 66,5^{+0,06}_{-0,06}$ мм - приемлемый размер процесса (каждые 9 уровней).

$$D_{11cp} = \frac{66,56 + 66,44}{2} = 66,5\text{мм.}$$

$$D_{17cp} = D_{11cp} + Z_{11cp}^D = 66,5 + 1,241 = 67,741\text{мм.}$$

$$TD_{17} = 0,12\text{мм,}$$

$$D_{17расч} = 67,741^{+0,12}\text{мм.}$$

$$D_{17} = 67,7^{+0,12}\text{мм.}$$

$$Z_{11max}^D = D_{17max} - D_{11min} = 67,82 - 66,44 = 1,38\text{мм.}$$

$$Z_{11min}^D = D_{17min} - D_{11max} = 67,7 - 66,56 = 1,14\text{мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{11max} = \frac{Z_{11max}^D}{2} = \frac{1,38}{2} = 0,69\text{мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{11min} = \frac{Z_{11min}^D}{2} = \frac{1,14}{2} = 0,57\text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{11cp} = \frac{t_{11max} + t_{11min}}{2} = \frac{0,69 + 0,57}{2} = 0,63\text{мм.}$$

4) Рисуем размерную цепочку для обработки наружной поверхности  $\emptyset 52_{-0,3}$  (рис. 15).

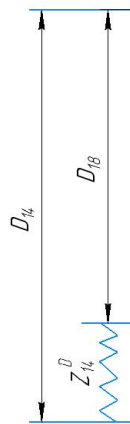


Рис. 8 – Размерная цепь для расчета размеров

Размер  $D_{13}$  равен  $K_{D4}$ , а именно:  $D_{14} = K_{D4} = \emptyset 40^{+0,025}\text{мм.}$

$$D_{14cp} = \frac{40,025 + 40}{2} = 40,0125\text{мм.}$$

$$D_{18cp} = D_{14cp} - Z_{14cp}^D = 40,0125 - 0,706 = 39,3065\text{мм.}$$

$$TD_{18} = 0,12\text{мм,}$$

$$D_{18pac} = 39,3065^{+0,06}_{-0,06}\text{мм.}$$



$$D_{18} = 39,3_{-0,06}^{+0,06} \text{мм.}$$

$$Z_{14max}^D = D_{14max} - D_{18min} = 40,025 - 39,24 = 0,785 \text{мм.}$$

$$Z_{14min}^D = D_{14min} - D_{18max} = 40 - 39,36 = 0,64 \text{мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{14max} = \frac{Z_{14max}^D}{2} = \frac{0,785}{2} = 0,3925 \text{мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{14min} = \frac{Z_{14min}^D}{2} = \frac{0,64}{2} = 0,32 \text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{14cp} = \frac{t_{14max} + t_{14min}}{2} = \frac{0,3925 + 0,32}{2} = 0,356 \text{мм.}$$

5) Находим технологический размер  $D_{15}$ :

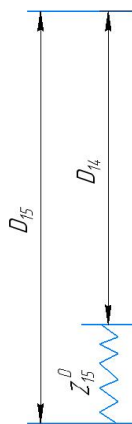


Рис. 9 – Размерная цепь (Обработка отверстий  $D_{15}$ )

Размер  $D_{15}$  равен  $K_{D5}$ ,  $D_{15} = K_{D5} = \varnothing 48_{-0,025}^{+0,025} \text{мм}$  – размер процесса, полученного после точения наружной поверхности, является приемлемым.

Мы пересчитываем значения наименьших и наибольших припусков на грубую токарную обработку:

$$Z_{15max}^D = D_{15max} - D_{14min} = 48,025 - 40 = 8,025 \text{мм.}$$

$$Z_{15min}^D = D_{15min} - D_{14max} = 48 - 40,025 = 7,975 \text{мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{15max} = \frac{Z_{15max}^D}{2} = \frac{8,025}{2} = 4,0125 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{15min} = \frac{Z_{15min}^D}{2} = \frac{7,975}{2} = 3,9875 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{15cp} = \frac{t_{15max} + t_{15min}}{2} = \frac{4,0125 + 3,9875}{2} = 4 \text{ мм.}$$

6) Находим технологический размер  $D_{21}$ :

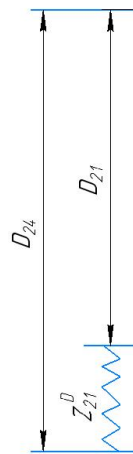


Рис. 10 – Размерная цепь (Обработка отверстий  $D_{21}$ )

Размер  $D_{21}$  равен  $K_{D6}$ ,  $D_{21} = K_{D6} = \varnothing 66_{-0,03} \text{ мм}$  – размер обработки, полученный после точения внешней поверхности, является приемлемым.

Мы пересчитываем значения наименьших и наибольших припусков на грубую токарную обработку:

$$Z_{21max}^D = D_{23max} - D_{21min} = 67,29 - 65,97 = 1,32 \text{ мм.}$$

$$Z_{21min}^D = D_{23min} - D_{21max} = 67,17 - 66 = 1,17 \text{ мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{21max} = \frac{Z_{21max}^D}{2} = \frac{1,32}{2} = 0,66 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{21min} = \frac{Z_{21min}^D}{2} = \frac{1,17}{2} = 0,585\text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{21cp} = \frac{t_{21max} + t_{21min}}{2} = \frac{0,66 + 0,585}{2} = 0,6225\text{мм.}$$

7) Находим технологический размер  $D_{22}$ :

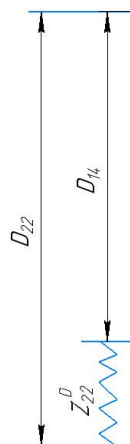


Рис. 11 – Размерная цепь для расчета размеров

Размер  $D_{14}$  равен  $K_{D7}$ , то есть:  $D_{22} = K_{D7} = \varnothing 48^{+0,12}\text{мм}$  – размер процесса, полученного после точения наружной поверхности, является приемлемым.

$$D_{14} = \varnothing 46^{+0,025}\text{мм.}$$

Мы пересчитываем значения наименьших и наибольших припусков на грубую токарную обработку:

$$Z_{22max}^D = D_{22max} - D_{14min} = 48,12 - 46 = 2,12\text{мм.}$$

$$Z_{22min}^D = D_{22min} - D_{14max} = 48 - 46,025 = 1,975\text{мм.}$$

Наибольшая глубина резания:

$$t_{22max} = \frac{Z_{22max}^D}{2} = \frac{2,12}{2} = 1,06\text{мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{22min} = \frac{Z_{22min}^D}{2} = \frac{1,975}{2} = 0,9875\text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{22cp} = \frac{t_{22max} + t_{22min}}{2} = \frac{1,06 + 0,9875}{2} = 1,024\text{мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 6.

Табл. 6 Диаметральные размеры

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
D	$131,1^{+0,10}_{-0,07}$	0,85	0,515	0,683
D <sub>11</sub>	$66,5^{+0,06}_{-0,06}$	0,295	0,22	0,2575
D <sub>17</sub>	$67,7^{+0,12}$	0,69	0,57	0,63
D <sub>18</sub>	$45,3^{+0,06}_{-0,06}$	0,3925	0,32	0,356
D <sub>15</sub>	$\varnothing 48^{+0,025}$	1,0125	0,9875	1
D <sub>23</sub>	$67,23^{+0,06}_{-0,06}$	0,66	0,585	0,6225
D <sub>22</sub>	$\varnothing 48^{+0,12}$	1,06	0,9875	1,024

### 1.7.5.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры

1. Рассчитываем длину уступа  $A_{2.1}$  при шлифовании диаметра  $D_{2.4}$ :

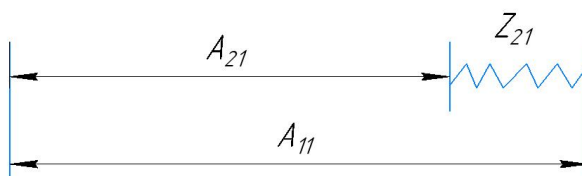


Рис. 12 – Размерная цепь для расчёта технологического размера  $A_{21}$

$$A_{21_{cp}} = 65 \text{ мм.}$$

$$A_{11_{cp}} = A_{21_{cp}} + Z_{21_{cp}} = 65 + 0,550 = 65,55 \text{ мм.}$$

$$TA_{11} = 0,32 \text{ мм, то } A_{11_{расч}} = 65,55^{+0,16}_{-0,16} \text{ мм.}$$

$$t_{21_{cp}} = \frac{t_{21_{max}} + t_{21_{min}}}{2} = \frac{(A_{11_{max}} - A_{21_{min}}) + (A_{11_{min}} - A_{21_{max}})}{2} = 0,55 \text{ мм.}$$

2. Рассчитываем длину уступа  $A_{1.1}$  при шлифовании диаметра  $D_{1.7}$ :

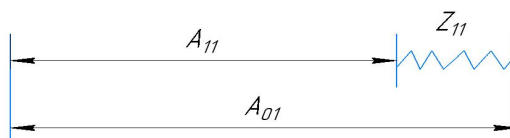


Рис. 13 – Размерная цепь для расчёта технологического размера  $A_{11}$

$$A_{11_{cp}} = 65,55 \text{ мм.}$$

$$A_{01_{cp}} = A_{11_{cp}} + Z_{11_{cp}} = 65,55 + 0,74 = 66,29 \text{ мм.}$$

$$TA_{01} = 0,12 \text{ мм, то } A_{01_{расч}} = 66,29^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм.}$$

$$t_{11_{cp}} = \frac{t_{11_{max}} + t_{11_{min}}}{2} = \frac{(A_{01_{max}} - A_{11_{min}}) + (A_{01_{min}} - A_{11_{max}})}{2} = 0,74 \text{ мм.}$$

3. Рассчитываем длину уступа  $A_{1.2}$  при шлифовании диаметра  $D_{0.1}$ :

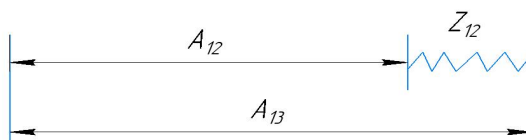


Рис. 14 – Размерная цепь для расчёта технологического размера  $A_{12}$

$$A_{13_{cp}} = 40,04 \text{ мм.}$$

$$A_{12_{cp}} = A_{13_{cp}} - Z_{12_{cp}} = 40,04 + 0,205 = 39,835 \text{ мм.}$$

$$TA_{12} = 0,12 \text{ мм, то } A_{12_{расч}} = 39,835^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм.}$$

$$t_{12_{cp}} = \frac{t_{12_{max}} + t_{12_{min}}}{2} = \frac{(A_{13_{max}} - A_{12_{min}}) + (A_{13_{min}} - A_{12_{max}})}{2} = 0,205 \text{ мм.}$$

Табл. 7 Осевые размеры

	Рассчитан ный размер, мм	Наиболь шая глубина резания, мм	Наимень шая глубина резания	Средняя глубина резания
$A_{11}$	$65,55^{+0,16}_{-0,16}$	0,770	0,330	0,55
$A_{01}$	$66,29^{+0,06}_{-0,06}$	0,960	0,520	0,74
$A_{12}$	$39,835^{+0,06}_{-0,06}$	0,305	0,105	0,205

## 1.8 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования необходимо учитывать тип производства и выпуска. Технологическое оборудование назначается для каждой операции процесса обработки деталей. Масштаб производственного плана, характеризующий вид производства данной детали при выборе типа машины.



Рис. 15 – Металлообрабатывающий токарный центр с ЧПУ моделей GA-3300

Основные характеристики приведены в таблице 8.

Табл. 8 – Технические характеристики

Размер обрабатываемого диска, дюймы	13-24
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	25-2500
Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30/15 мин), кВт	30/37/4
Диапазон скоростей вращения шпинделя для различных моделей,	35 - 3500
Количество позиций в revolverной головке, шт.	10
Максимальная длина точения, мм	813
Максимальный диаметр точения, мм	680
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	20 / 24
Точность позиционирования / повторяемость, мкм	± 5 / ± 3
Размер обрабатываемого диска, "	12 - 18
Система ЧПУ	Fanuc 0i - TD ( 32i - опц. )
Тип направляющих	скольжения
Вес станка, кг	6 800



Рис. 16 Вертикально-сверлильный станок 2А125

Основные характеристики приведены в таблице 9.



Табл. 9 – Технические характеристики

Основные параметры	2A125
Максимальный диаметр сверления, мм	25
Вылет шпинделя, мм	250
Ход шпинделя, мм	175
Ход салазок шпинделя, мм	200
Число скоростей шпинделя	9
Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	97-1360
Число подач	9
Ход стола, мм	325
Размер стола, мм	500x375
Расстояние от торца шпинделя, мм:	
до стола	0-700
до фундаментной плиты	750-1125
Габаритные размеры, мм:	
длина	980
ширина	825
высота	2300
Вес станка, кг	870

## 1.9 Расчет режимов резания

Качество поверхности и стоимость обработки изделий на станках для обработки металлических материалов должны в первую очередь соответствовать наилучшим условиям технологического процесса. Поэтому очень важно выбрать собственное значение при разработке процесса обработки.

При указании метода резки учитывайте тип обработки, тип и размер инструмента, материал режущей части, материал заготовки, а также тип и состояние станка. Подержанные автомобили и их технические характеристики.

### 1.9.1 Токарно-револьверный станок: черновое точение A1.1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями – BK8.

В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,74\text{мм}$ .

Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 1,0\text{ мм/об}$ .

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.8)$$

Где :  $K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{PV}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{MV}$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \quad (1.9)$$

$$n_V = 1,25 - \text{табл. 2 [3, с. 361];}$$

$$K_{ПV} = 0,9 - \text{табл. 5 [3, с. 361];}$$

$$K_{ИV} = 0,83 - \text{табл. 6 [3, с. 361].}$$

$$K_V = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,523;$$

$$C_V = 215; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,45, \text{ по табл. 17 [3]. } T = 60 \text{ мин [3].}$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,74^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,523 = 51,87 \text{ м/мин} \quad (1.10)$$

Скорость вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 51,87}{\pi \cdot 66} = 250,16 \text{ об/мин};$$

$$n = 250 \text{ об/мин}$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.11)$$

$$C_p = 92 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = 0, \text{ по табл. 22 [3].}$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.12)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n \quad (1.13)$$

Где:  $n = 0,4$  – определены по табл. 9 [3]

$$K_{mp} = \left(\frac{200}{190}\right)^{0,4} = 1,02$$

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1,25; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 0,87, \text{ по табл. 23 [3].}$$

$$K_p = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,20$$

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,74^1 \times 1,0^{0,75} \times 51,87^0 \times 1,20 = 816,96 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{816,96 \cdot 51,87}{1020 \cdot 60} = 0,69 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,69}{0,75} = 0,92 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

### 1.9.2 Токарно-револьверный станок: точение поверхности $\text{ОД}_{1.1}$

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3] – ВК8.

В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,63 \text{ мм}$ .

Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 1,0 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.9):

Коэффициент:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$  [3].

Коэффициент  $K_v$  рассчитывается по формуле (1.10):

Определяем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{\text{HB}} \right)^{n_v} \quad (1.10)$$

По табл. 2 [3, с. 361]:  $n_v = 1,25$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{ПV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{ИV} = 0,83$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,523;$$

$$v = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,63^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,523 = 53,14 \text{ м/мин};$$

Скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 53,14}{\pi \cdot 66} = 256,29 \text{ об/мин};$$

$$n = 256 \text{ об/мин}$$

$$K_{\text{мр}} = \left( \frac{\text{HB}}{190} \right)^n = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02$$

$$K_p = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,20$$

$$P_z = 10 \times 92 \times 0,63^1 \times 1,0^{0,75} \times 53,14^0 \times 1,20 = 659,52 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{659,52 \cdot 53,14}{1020 \cdot 60} = 0,57 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,57}{0,75} = 0,43 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

### 1.9.3 Токарно-револьверный станок: точение поверхности на чисто

**ØД<sub>1.2</sub>**

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3] – ВК8.

В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,258 \text{ мм}$ .

Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 1,0 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.9):

Коэффициент:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$  [3].

Коэффициент  $K_V$  рассчитывается по формуле (1.10):

Определяем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_V} \quad (1.10)$$

По табл. 2 [3, с. 361]:  $n_V = 1,25$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{PV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{IV} = 0,83$ .

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,523;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,258^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,523 = 60,75 \text{ м/мин};$$

Скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 60,75}{\pi \cdot 66} = 293 \text{ об/мин};$$

$$n = 293 \text{ об/мин}$$

$C_p=92$   $x=1,0$   $y=0,75$   $n=0$ , по табл. 22 [3].

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{лp} K_{гр} \quad (1.12)$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле[3]

$$K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n$$

Где:  $n=0,4$  – определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02$$

$$K_p = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,20$$

$$P_z = 10 C_{pt}^x s^y v^n K_p = 10 \times 92 \times 0,258^1 \times 1,0^{0,75} \times 60,75^0 \times 1,20 = 285 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{285 \cdot 60,75}{1020 \cdot 60} = 0,28 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,28}{0,75} = 0,37 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

#### 1.9.4 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий ØД<sub>1.4</sub>

Диаметр сверла  $D_{1.4} = 40 \text{ мм}$ .

Чугун серый ВК8 – это материал сверла.

Подача по таблице 35 [3]:  $S = 0,71 \text{ мм/об}$ .

Глубина:  $t_1 = D_{1.4\text{ср}} - D_{1.8\text{ср}} = 40,01 - 39,30 = 0,71 \text{ мм}$ .

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v \quad (1.16)$$

Коэффициент:  $C_v = 34,2$ ;  $m = 0,45$ ;  $q = 0,30$ ;  $y = 0,20$ ; по табл. 38 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 15 \text{ мин}$  [3].

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} \quad (1.17)$$

Где:  $K_{MV}$  - коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{IV}$  – коэффициент на инструментальный материал;

$K_{LV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{MV} = 0,7$  - определены по таблице 2 [3];

$K_{NV} = 0,83$  - определены по таблице 6 [3];

$K_{LV} = 1,0$  - определены по таблице 41 [3].

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 0,7 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 0,581;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{34,2 \cdot 40^{0,30}}{150,45 \cdot 0,71^{0,2}} \cdot 0,581 = 19,03 \text{ м/мин};$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 19,03}{\pi \cdot 40} = 151,44 \text{ об/мин};$$

Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.18)$$

Коэффициентов:  $C_M = 0,012$ ;  $q = 2,2$ ;  $y = 0,8$  - по табл. 42 [3].

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02;$$

Силы резания:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 40^{2,2} \cdot 0,71^{0,8} \cdot 1,02 = 311,40 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{311,40 \cdot 151,44}{9750} = 4,84 \text{ кВт} \quad (1.19)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,84}{0,75} = 6,45 \text{ кВт} \quad (1.20)$$

### 1.9.5 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий $\varnothing D_{1,5}$

Диаметр сверла  $D_{1,5} = 46 \text{ мм}$ .

Чугун серый ВК8 – это материал сверла.

Подача по таблице 35 [3]:  $S = 0,75 \text{ мм/об}$ .

Глубина:  $t_1 = D_{1,5\text{ср}} - D_{1,4\text{ср}} = 46 - 40 = 6 \text{ мм}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.16):

Коэффициент:  $C_v = 34,2$ ;  $m = 0,45$ ;  $q = 0,30$ ;  $y = 0,20$ ; по табл. 38 [3].



Период стойкости инструмента принимаем:  $T=25$  мин [3].

Коэффициент  $K_v$  рассчитывается по формуле (1.17):

$K_{MV} = 0,7$  - определены по таблице 2 [3];

$K_{NV} = 0,83$  - определены по таблице 6 [3];

$K_{IV} = 1,0$  - определены по таблице 41 [3].

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{NV} = 0,7 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 0,581;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{34,2 \cdot 46^{0,30}}{25^{0,45} \cdot 0,75^{0,2}} \cdot 0,581 = 15,59 \text{ м/мин};$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15,59}{\pi \cdot 46} = 107,88 \text{ об/мин};$$

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,012 \cdot 46^{2,2} \cdot 0,75^{0,8} \cdot 1,02 = 442,48 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{442,48 \cdot 107,88}{9750} = 4,90 \text{ кВт} \quad (1.19)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,90}{0,75} = 6,53 \text{ кВт} \quad (1.20)$$

### 1.9.6 Токарно-револьверный станок: черновое точение А2.1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3] – ВК8.

В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,55\text{мм}$ .

Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 1,0\text{мм/об}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.9):

Коэффициент:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60\text{мин}$  [3].

Коэффициент  $K_v$  рассчитывается по формуле (1.10):

Определяем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}. \quad (1.10)$$

По табл. 2 [3, с. 361]:  $n_v = 1,25$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{PV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{IV} = 0,83$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,523;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,55^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,523 = 54,23 \text{ м/мин};$$

Скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54,23}{\pi \cdot 66} = 261,54 \text{ об/мин};$$

$$n = 262 \text{ об/мин}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{200}{190}\right)^{0,4} = 1,02$$

$K_{фр}=1,08$ ;  $K_{γр}=1,25$ ;  $K_{λр}=1$ ;  $K_{гр}=0,87$ , по табл. 23 [3].

$$K_p = K_{мр} K_{фр} K_{γр} K_{λр} K_{гр} = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,20$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 92 \times 0,55^1 \times 1,0^{0,75} \times 54,23^0 \times 1,20 = 607,2 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{607,2 \cdot 54,23}{1020 \cdot 60} = 0,54 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,54}{0,75} = 0,72 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

### 1.9.7 Токарно-револьверный станок: точение поверхности $\varnothing D_{2.1}$

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3] – ВК8.

В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,63 \text{ мм}$ .

Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 1,0 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.9):

Коэффициент:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$  [3].

Коэффициент  $K_v$  рассчитывается по формуле (1.10):

Определяем формулу по табл. 1 [3]:

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{H_B} \right)^{n_v} \quad (1.10)$$

По табл. 2 [3, с. 361]:  $n_v = 1,25$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{ПВ} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{иV} = 0,83$ .

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{мV} \cdot K_{пV} \cdot K_{иV} = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,83 = 0,523;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 0,63^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} \cdot 0,523 = 53,14 \text{ м/мин};$$

Скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 53,14}{\pi \cdot 66} = 256,29 \text{ об/мин};$$

$$n = 256 \text{ об/мин}$$

$C_p=92$   $x=1,0$   $y=0,75$   $n=0$ , по табл. 22 [3].

$$K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{гp} = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,20$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 92 \times 0,63^1 \times 1,0^{0,75} \times 53,14^0 \times 1,20 = 659,52 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{659,52 \cdot 53,14}{1020 \cdot 60} = 0,57 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,57}{0,75} = 0,43 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

### 1.9.8 Токарно-револьверный станок: сверление отверстий ØД<sub>2,2</sub>

Диаметр сверла  $D_{1,5} = 46 \text{ мм}$ .

Чугун серый ВК8 – это материал сверла.

Подача по таблице 35 [3]:  $S=0,75 \text{ мм/об}$ .

Глубина:  $t_1 = D_{1,5ср} - D_{1,4ср} = 46 - 40 = 6 \text{ мм}$ .

Скорость резания рассчитывается по формуле (1.16):

Коэффициент:  $C_v = 34,2$ ;  $m = 0,45$ ;  $q = 0,30$ ;  $y = 0,20$ ; по табл. 38 [3].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=25$  мин, по табл. 40 [3].

Коэффициент  $K_v$  рассчитывается по формуле (1.17):

$K_{MV} = 0,7$  - определены по таблице 2 [3];

$K_{NV} = 0,83$  - определены по таблице 6 [3];

$K_{IV} = 1,0$  - определены по таблице 41 [3].

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{NV} = 0,7 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 0,581;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{34,2 \cdot 46^{0,30}}{25^{0,45} \cdot 0,75^{0,2}} \cdot 0,581 = 15,59 \text{ м/мин};$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15,59}{\pi \cdot 46} = 107,88 \text{ об/мин};$$

$C_M = 0,012$ ;  $q = 2,2$ ;  $y = 0,8$  - по табл. 42 [3].

$$K_p = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,012 \cdot 46^{2,2} \cdot 0,75^{0,8} \cdot 1,02 = 442,48 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{442,48 \cdot 107,88}{9750} = 4,90 \text{ кВт} \quad (1.19)$$

$$\text{Мощность привода:} \quad N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,90}{0,75} = 6,53 \text{ кВт} \quad (1.20)$$

### 1.10 Расчет основного времени

Основное время [6, с. 610]:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

Где:  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [6, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (1.22)$$

Где:  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм – определены по таблице 2 [3, с. 610];

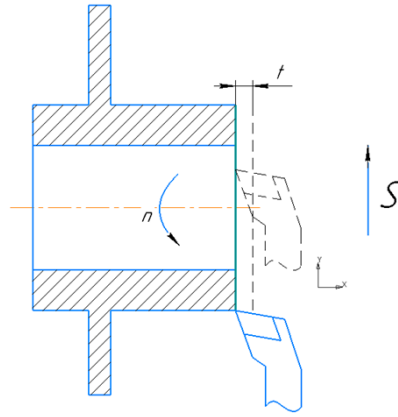
$l_2$  – величина перебега инструмента, мм – определены по таблице 2 [3, с. 610].

Основного времени:

$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.23)$$

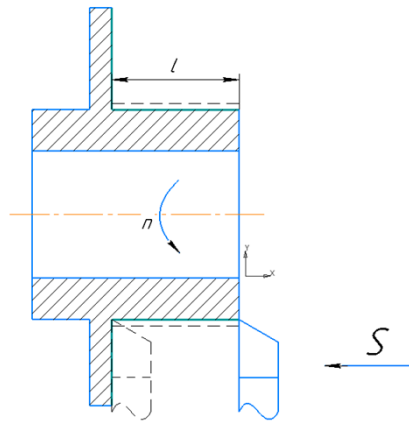
#### **На токарно-револьверном станке:**

**Переход 1** - точить поверхность 1 (черновая)  $A_{1.1}$ :



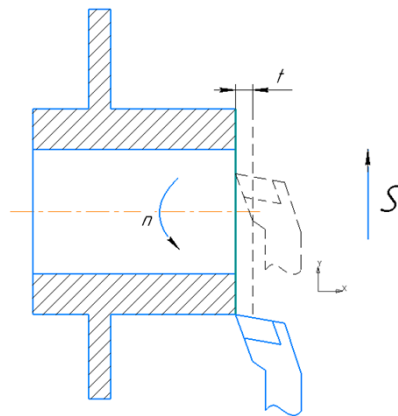
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\frac{66}{2} + 5 + 1) \cdot 1}{250 \cdot 1} = 0,156 \text{ мин}$$

**Переход 2** - точить поверхность 2 (черновая)  $D_{1.1}$  и  $A_{1.2}$ :



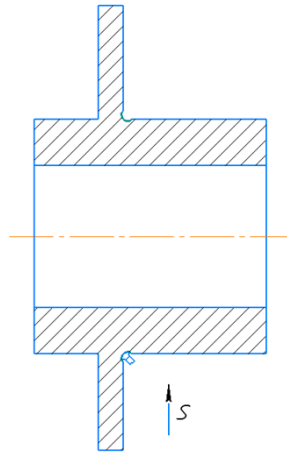
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(40 + 5 + 1) \cdot 1}{256 \cdot 1} = 0,18 \text{ мин}$$

**Переход 3** - точить поверхность 3 (чистовая)  $D_{1.2}$  и  $A_{1.3}$ :



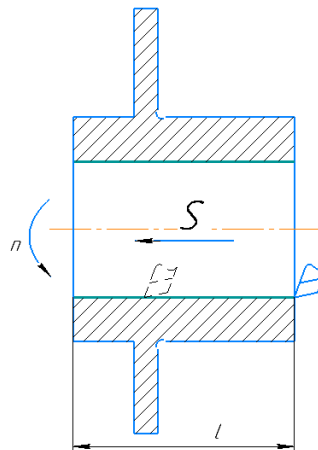
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\frac{66}{2} + 5 + 1) \cdot 1}{293 \cdot 1} = 0,133 \text{ мин}$$

**Переход 4** - точить канавку 4 (черновая)  $D_{1.3}$  и  $A_{1.4}$ :



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3 + 1 + 1) \cdot 1}{725 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

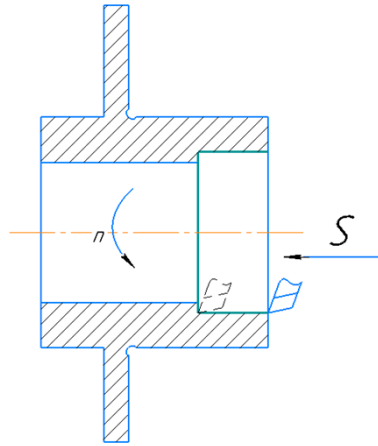
**Переход 5** - сверление отверстия  $D_{1.4}$ :



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(65 + 4 + 1) \cdot 1}{151 \cdot 0,71} = 0,653 \text{ мин}$$

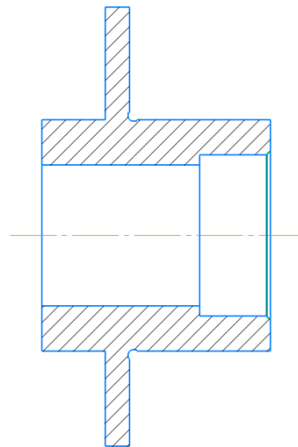
**Переход 6** - сверление отверстия  $D_{1.5}$  и  $A_{1.5}$ :





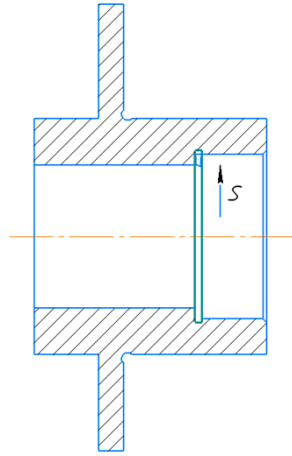
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 4 + 1) \cdot 1}{108 \cdot 0,75} = 0,309 \text{ мин}$$

**Переход 7** – точить фаску:



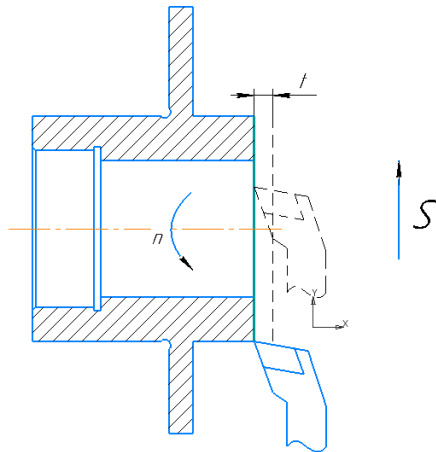
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\sqrt{2} + 2 + 1) \cdot 1}{725 \cdot 0,8} = 0,008 \text{ мин}$$

**Переход 8** - точить канавку 5 (черновая)  $D_{1.6}$  и  $A_{1.6}$ :



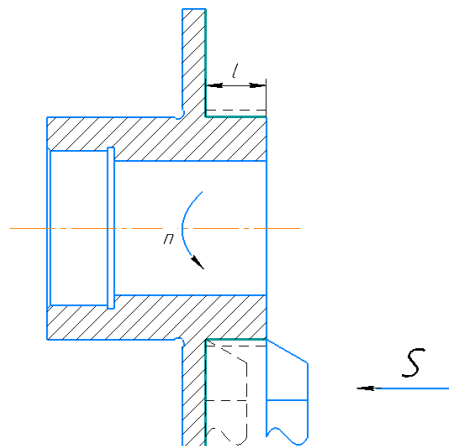
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 4 + 1) \cdot 1}{725 \cdot 0,8} = 0,012 \text{ мин}$$

**Переход 9** - точить поверхность 6 (черновая)  $A_{2.1}$ :



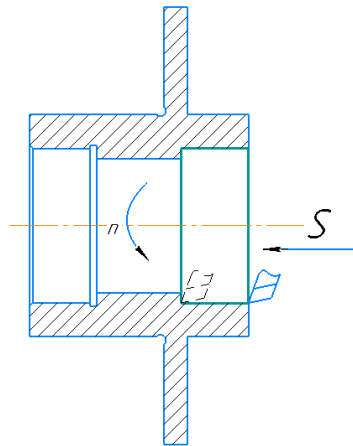
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(65 + 5 + 1) \cdot 1}{262 \cdot 1} = 0,27 \text{ мин}$$

**Переход 10** - точить поверхность 7 (черновая)  $D_{2.1}$  и  $A_{2.2}$ :



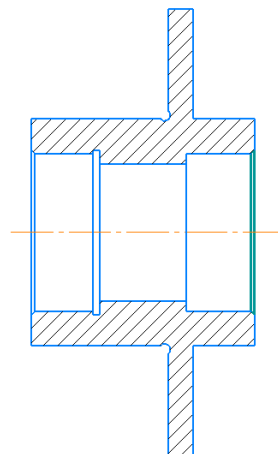
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 5 + 1) \cdot 1}{256 \cdot 1} = 0,101 \text{ мин}$$

**Переход 11** - сверление отверстия  $D_{2.2}$  и  $A_{2.3}$ :



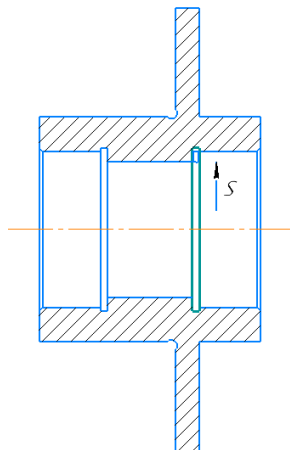
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 4 + 1) \cdot 1}{108 \cdot 0,75} = 0,31 \text{ мин}$$

**Переход 12** – точить фаску:



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(\sqrt{2} + 2 + 1) \cdot 1}{725 \cdot 0,8} = 0,008 \text{ мин}$$

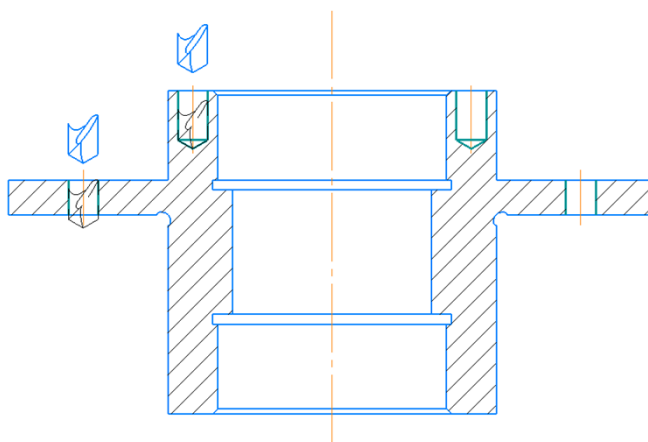
**Переход 13** - точить канавку 8 (черновая)  $D_{2.3}$  и  $A_{2.4}$ :



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 4 + 1) \cdot 1}{725 \cdot 0,8} = 0,012 \text{ мин}$$

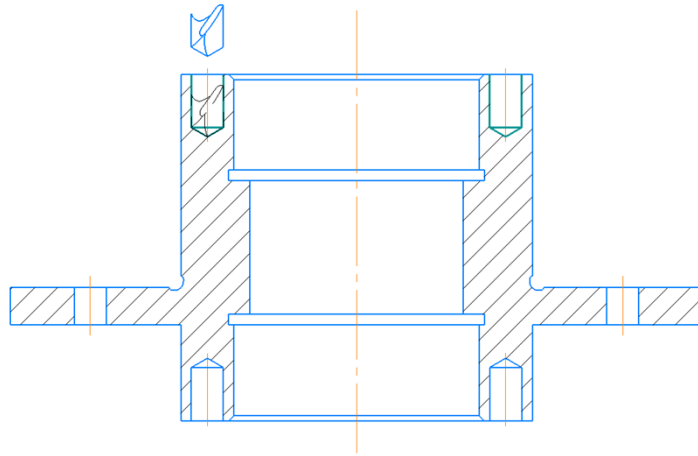
**На сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный станок:**

**Переход 1** – сверлить отверстие



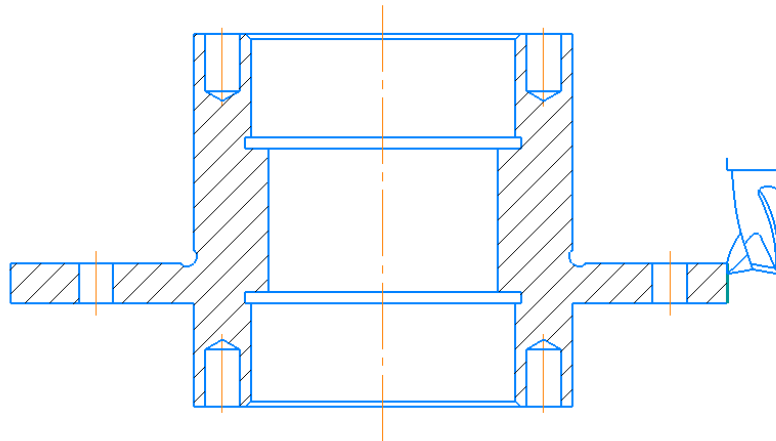
$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + 2,5) \cdot 10}{1677 \cdot 0,15} = 0,50 \text{ мин}$$

**Переход 2** – сверлить отверстие



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + 2,5) \cdot 6}{1677 \cdot 0,15} = 0,30 \text{ мин}$$

**Переход 3** – фрезерный



$$T_0 = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(62,5 + 1 + 75) \cdot 1}{2027 \cdot 0,2} = 0,31 \text{ мин}$$

### 1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

При обработке на станке с ЧПУ вспомогательное время в основном используется для измерения обрабатываемой поверхности заготовки ( $\approx 0,02-0,3$  минуты, в зависимости от требуемой точности обработки, потому что оно измеряется не для каждой заготовки, а каждые 5 или 10 минут) раз. Измерение, как правило, измерение диаметра + осевой размер при обработке поверхности занимает  $0,2-0,4$  минуты, монтаж и демонтаж заготовки ( $\approx 0,1-0,3$  минуты, в зависимости от степени механизации оборудования). Программу ЧПУ можно использовать для очень быстрого выполнения смены инструмента, подвода к заготовке и определения размера.

При серийном производстве норматив времени штучного расчета определяется  $T_{шт.к.}$ .

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт} \quad (1.24)$$

Штучное время определяем по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от} \quad (1.25)$$

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{всп.} = T_{уст.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} \quad (1.26)$$

Где:  $T_{уст.}$  – время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп}$  – время на управление станком;

$T_{из}$  – время на измерение детали.

Оперативное время:  $T_{\text{опре.}} = T_0 + T_B$ .

Время на обслуживание и отдых:  $T_{\text{о.т}} = 15\% \times T_{\text{опре.}}$ .

Подготовительно — заключительное время  $T_{\text{п.з.}}$ .

$n$  — количество деталей в настроечной партии,  $n = 10000$  шт.

Штучно — калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} + T_0 + T_B + T_{\text{от}}$$

### **Операция 1:**

$$T_0 = 1,461 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,01 + 0,024 + 0,07 + 0,69 = 0,794 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 1,461 + 0,794 = 2,255 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 2,255 = 0,338 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,461 + 0,794 + 0,338 = 2,593 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к1}} = \frac{10}{10000} + 1,461 + 0,794 + 0,338 = 2,594 \text{ мин}$$

### **Операция 2:**

$$T_0 = 0,70 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,01 + 0,024 + 0,07 + 0,69 = 0,794 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,70 + 0,794 = 1,494 \text{ мин}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,494 = 0,224 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,70 + 0,794 + 0,224 = 1,718 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к2}} = \frac{10}{10000} + 0,70 + 0,794 + 0,224 = 1,719 \text{ мин}$$

### **Операция 3:**

$$T_0 = 0,8 \text{мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,38 + 0,024 + 0,07 + 0,12 = 0,594 \text{мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,8 + 0,594 = 1,394 \text{мин}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,394 = 0,21 \text{мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,8 + 0,594 + 0,21 = 1,604 \text{мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 10 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.кз}} = \frac{10}{10000} + 0,8 + 0,594 + 0,21 = 1,605 \text{мин}$$

### **Операция 4:**

$$T_0 = 0,31 \text{мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,38 + 0,024 + 0,07 + 0,12 = 0,594 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опре.}} = 0,31 + 0,594 = 0,904 \text{мин}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 0,904 = 0,136 \text{мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,31 + 0,594 + 0,136 = 1,04 \text{мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 10 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт.к4}} = \frac{10}{10000} + 0,31 + 0,594 + 0,136 = 1,04 \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{шт.к}} &= T_{\text{шт.к1}} + T_{\text{шт.к2}} + T_{\text{шт.кз}} + T_{\text{шт.к4}} = 2,594 + 1,719 + 1,605 + 1,04 \\ &= 7 \text{мин} \end{aligned}$$

### **Заключение**



Целью данного курсового проекта является разработка технологического процесса изготовления колес.

В данной курсовой работе определяется тип производства - мелкосерийное. Отливка в песчано-глиняных формах - это метод получения заготовок. Для литейного метода поковки рассчитывается припуск на механическую обработку. Подобрано соответствующее технологическое оборудование, режущий и измерительный инструмент.

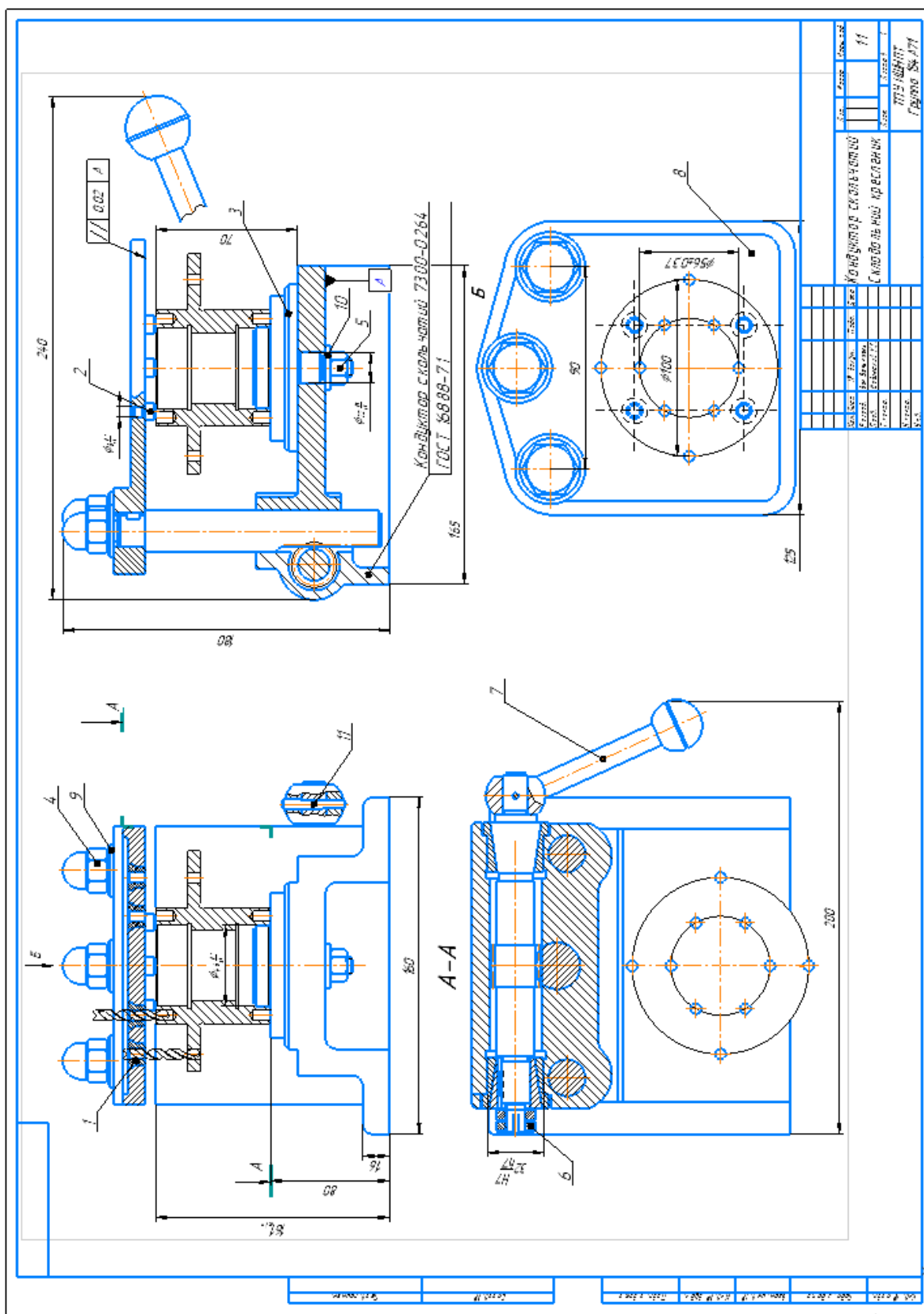
Также рассчитываются условия инструмента для токарной обработки.

## **2. Конструкторская часть**

В конструкторской части будет разработано приспособление для вертикально-сверлильного станка 400V для сверления 4 отверстий в детали.

Винтовой зажимной механизм относится к механизму, в котором винтовая пара соединяется с другими компонентами (нажимной диск, шайба, винт и т. Д.) Для зажима заготовки. Использование винтовых зажимных механизмов чрезвычайно распространено в производстве. Винтовой зажимной механизм имеет простую конструкцию, большой ход зажима, хорошие характеристики самоблокировки и большой коэффициент увеличения усилия. Это наиболее широко используемый зажимной механизм при ручном зажиме.

## 2.1 Структура приспособления



### Рисунок 17 – Скальчатый кондуктор

В проектируемом вводе в эксплуатацию заготовка 1 зажимается непосредственно кондукторной пластиной 2, на которой закреплена сменная кондукторная пластина с зажимными элементами.

Принцип работы приспособления:

Рукоятку 7 поднимают вверх, кондукторная плита 1 поднимается вверх. Устанавливают деталь, базируя ее по диаметру центрального отверстия на оправке 3. Перемещая рукоятку 7 вниз, поджимают кондукторную плиту 1 к детали. Далее производят сверление отверстий.

Преимущества и недостатки :

Основным преимуществом кондукторов является то, что с ними могут работать даже не высококлассные специалисты, а «обычные» люди у себя дома. И у них будут получаться четкие и точные отверстия (как перпендикулярные, так и наклонные).

Вам не нужно будет выполнять никаких расчетов и разметки, а это снижает как трудоемкость, так и время работы.

## 2.2 Определение крутящего момента

Диаметр сверла  $D = 6\text{мм}$ .

Подача  $S=0,18\text{мм/об}$  [3, с. 381].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V,$$

Стойкости инструмента [3, с. 384]:  $T=35\text{мин}$ .

$C_V = 34,2$ ;  $q = 0,45$ ;  $m = 0,30$ ;  $y = 0,20$  [3, с.383].

Окончательно коэффициент  $KV$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D_2^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{34,2 \cdot 6^{0,45}}{35^{0,30} \cdot 0,18^{0,20}} \cdot 1 = 35,2 \text{ мм/мин},$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V_2}{\pi \cdot D_2} = \frac{1000 \cdot 35,2}{3,14 \cdot 6} = 1867,42 \text{ об/мин},$$

Используйте следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$C_M = 0,021$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – таблице 42 [3, с. 385].

Коэффициент  $K_p = K_{MP} = 1,02$

Максимальный крутящий момент, формула (16):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 6^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,02 = 1,96 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осевую силу определяем по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Где:  $D$  – диаметр сверления, мм;

$s$  – подача на зуб, мм/об;

$K_p$  – коэффициент учитывающий фактические условия обработки.

$C_p = 42,7$ ;  $q = 1,0$ ;  $y = 0,8$  – таблице 42 [3, с. 385].

Диаметр сверления равен диаметру выбранного сверла  $D = 6 \text{ мм}$ .

Подача при сверлении отверстия диаметром 6 мм в материале заготовки высокопрочный чугун сверлом из быстрорежущей стали будет равна  $s = 0,18 \text{ мм/об}$ .

Коэффициент  $K_p = 1,02$ .

Максимальный крутящий момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 6^{1,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,02 = 662,82 \text{ Н}.$$

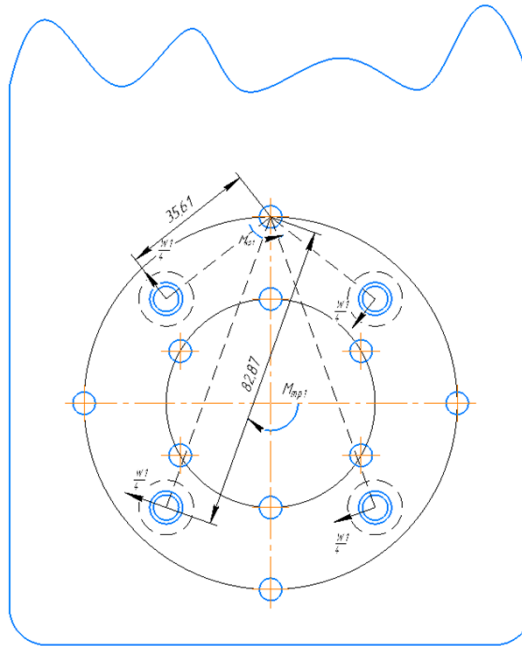


Рисунок 18 – Расчетная схема для определения силы зажима заготовки

Уравнение моментов сил будет иметь вид:

$$K \cdot M_{кр1} - F_{тр1} \cdot (35,61 + 35,61 + 82,87 + 82,87) - M_{тр1} = 0 \quad (2.1)$$

Где:  $M_{кр}$  – крутящий момент при сверлении, Н·м;

$M_{тр1}$  – момент трения между установочным элементом и заготовкой,

Н;

$F_{тр2}$  – сила трения между зажимным элементом и заготовкой, Н;

При этом для силы и момента трения расчетная зависимость будет иметь вид:

$$F_{тр2} = \frac{W}{4} \cdot f_2 \quad (2.2)$$

$$M_{\text{тр1}} = \frac{1}{3} \cdot N \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right) \quad (2.3)$$

Где:  $f_1$  и  $f_2$  – коэффициенты трения между заготовкой и торцовой поверхностью цилиндрической оправки, заготовкой и постоянными опорами соответственно;

$N$  – опорная реакция.

Значение  $N$  определяется для данного случая из уравнения проекций всех сил на вертикальную по формуле:

$$N = 4 \cdot \frac{W}{4} + K \cdot P_o = W + K \cdot P_o \quad (2.4)$$

Где:  $K$  – коэффициент запаса.

Коэффициенты трения  $f_1 = f_2 = 0.16$

$$W1 = \frac{12 \cdot K \cdot M_{\text{кр1}} - 4 \cdot K \cdot P_o \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)}{3 \cdot f_2 \cdot (35,61 + 35,61 + 82,87 + 82,87) + 4 \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)} \quad (2.5)$$

Подставив известные получим:

$$\begin{aligned} W1 &= \frac{12 \cdot 3 \cdot 1,96 - 4 \cdot 3 \cdot 662,82 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)}{3 \cdot 0,16 \cdot (35,61 + 35,61 + 82,87 + 82,87) + 4 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)} \\ &= -642\text{Н} \end{aligned}$$

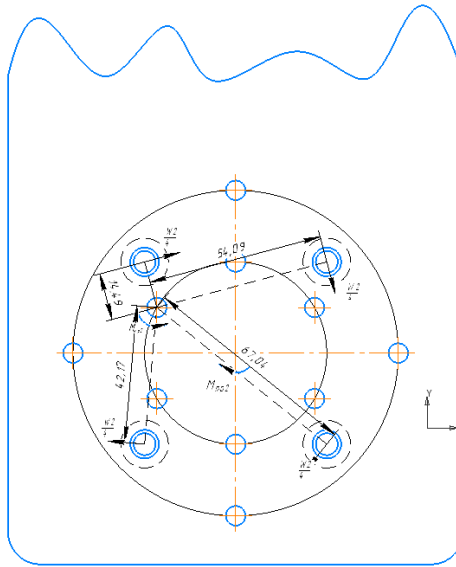


Рисунок 19 – Расчетная схема для определения силы зажима заготовки

Уравнение моментов сил будет иметь вид:

Коэффициенты трения  $f_1 = f_2 = 0.16$

$$W_2 = \frac{12 \cdot K \cdot M_{кр2} - 4 \cdot K \cdot P_o \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)}{3 \cdot f_2 \cdot (14,49 + 42,17 + 54,09 + 67,04) + 4 \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)} \quad (2.5)$$

Подставив известные получим:

$$W_2 = \frac{12 \cdot 3 \cdot 1,96 - 4 \cdot 3 \cdot 662,82 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)}{3 \cdot 0,16 \cdot (14,49 + 42,17 + 54,09 + 67,04) + 4 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)} = -773Н$$



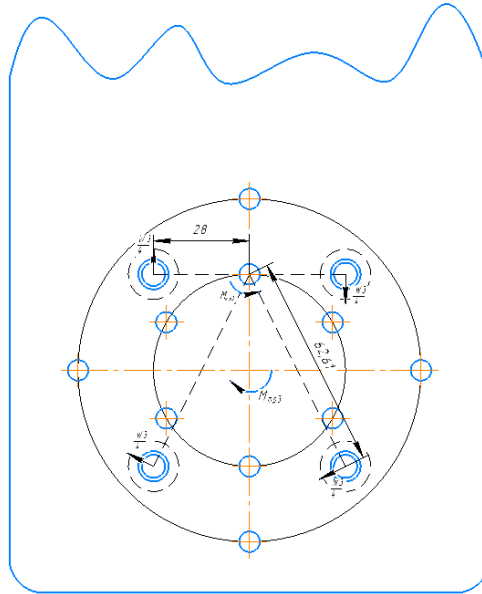


Рисунок 20 – Расчетная схема для определения силы зажима заготовки

Уравнение моментов сил будет иметь вид:

Коэффициенты трения  $f_1 = f_2 = 0.16$

$$W_3 = \frac{12 \cdot K \cdot M_{кр2} - 4 \cdot K \cdot P_o \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)}{3 \cdot f_2 \cdot (28 + 28 + 62,61 + 62,61) + 4 \cdot f_1 \cdot \left( \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} \right)} \quad (2.5)$$

Подставив известные получим:

$$W_3 = \frac{12 \cdot 3 \cdot 1,96 - 4 \cdot 3 \cdot 662,82 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)}{3 \cdot 0,16 \cdot (28 + 28 + 62,61 + 62,61) + 4 \cdot 0,16 \cdot \left( \frac{66^3 - 46^3}{66^2 - 46^2} \right)} = -764 \text{ Н}$$

Отрицательное значение силы зажима свидетельствует о том, что при выбранной схеме зажима детали в скальчатом кондукторе для обработки отверстия достаточно будет стандартного значения силы зажима развиваемой выбрактором.

Заготовка не опрокинется, потому что нет сил резания, стремящихся опрокинуть заготовку. Для дальнейших расчетов зажимного устройства

устройства и выбора привода устройства берем наибольшее из рассчитанных зажимных усилий, равное  $W = -773\text{Н}$ .

**Расчет на точность обеспечения конструкторских размеров:**

$$\xi_{\phi} \leq \xi_{\text{доп}} \quad (2.6)$$

Максимальный зазор  $S_{\text{max}}$  определяется следующим соотношением:

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} \quad (2.7)$$

Где:  $D_{\text{max}}$  – наибольший предельный размер отверстия в заготовке;

$d_{\text{min}}$  – наименьший предельный размер диаметра оправки.

На чертеже размер  $D_{\text{max}}$  равен  $46H7^{(+0,025)}$  мм. Диаметр оправки для установки заготовки выполняется, как правило, с полем допуска g6. Значит, будет  $20g6_{-0,029}^{-0,010}$  мм. Следовательно,

$$S_{\text{max}} = 46,025 - 45,971 = 0,054\text{мм}.$$

Следовательно,  $\xi_{\phi} = 0,054\text{мм}$ .

$$\xi_{\phi} = \sqrt{0,054^2 + 0^2} = 0,054\text{мм} \quad (2.8)$$

Следовательно,  $\xi_{\phi} = 0,054\text{мм}$ .

Расчет допустимой погрешности  $\xi_{\text{доп}}$  установки заготовки в приспособление выполняется по следующей зависимости:

$$\xi_{\text{доп}} = \sqrt{(T - \Delta_{\text{пр}})^2 - \tau^2} \quad (2.9)$$

Где:  $T$  – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{\text{пр}}$  – погрешность размера, связанная с приспособлением;

$\tau$  – погрешность размера, связанная с методом обработки.

Величина  $\Delta_{\text{пр}}$  определяется следующим образом:

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр1}} + \Delta_{\text{пр2}} \quad (2.10)$$

Где:  $\Delta_{\text{пр1}}$  – погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{\text{пр2}}$  – погрешность установки приспособления на станке

Известно, что отверстие под резьбу М6 выполняется диаметром 5Н14. Отсюда, допуск выполняемого отверстия диаметром 5Н14(−0,3) будет равен  $T_{5Н14} = 0,3\text{мм}$ . Погрешность  $\Delta_{\text{пр1}}$  можно принять равной  $(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4})$  от допуска на настроечный размер сверла относительно установочного элемента. В данном случае настроечным является размер от оси оправки приспособления до оси отверстия под резьбу М6 равен  $56_{-0,05}^{+0,05}\text{мм}$ , а допуск  $T_{56} = 0,1\text{мм}$ . Тогда  $\Delta_{\text{пр1}} = \frac{1}{3} \cdot T_{56} = 0,033\text{мм}$ . Погрешность  $\Delta_{\text{пр2}}$ , согласно рекомендациям технической литературы, для деталей нормальной точности может быть принята равной 0,02мм.

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр1}} + \Delta_{\text{пр2}} = 0,033 + 0,02 = 0,053\text{мм}$$

$$\xi_{\text{доп}} = \sqrt{(0,15 - 0,053)^2 - 0,02^2} = 0,095\text{мм}$$

Следовательно, в соответствии с зависимостью (24) можно записать:

$$\underline{0,054\text{мм}} \leq \underline{0,095\text{мм}}.$$

Заданная точность расположения четырех отверстий на диаметре  $4,3^{+0,3}$  при выбранной схеме установки на сверлильной операции **будет обеспечена.**

### 3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Ван Вэньчжэнь

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Матриаловедение
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ Разработка графика Ганта Формирование бюджета затрат
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Описание потенциального эффекта
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН,ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон. наук		01.02.2021г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ван Вэньчжэнь		01.02.2021г.

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1. Общая информация**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

#### **3.2. Потенциальные потребители результатов исследования**

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки. Сегментировать рынок потребителей можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид производства ступиц (рис. 3.2.1).

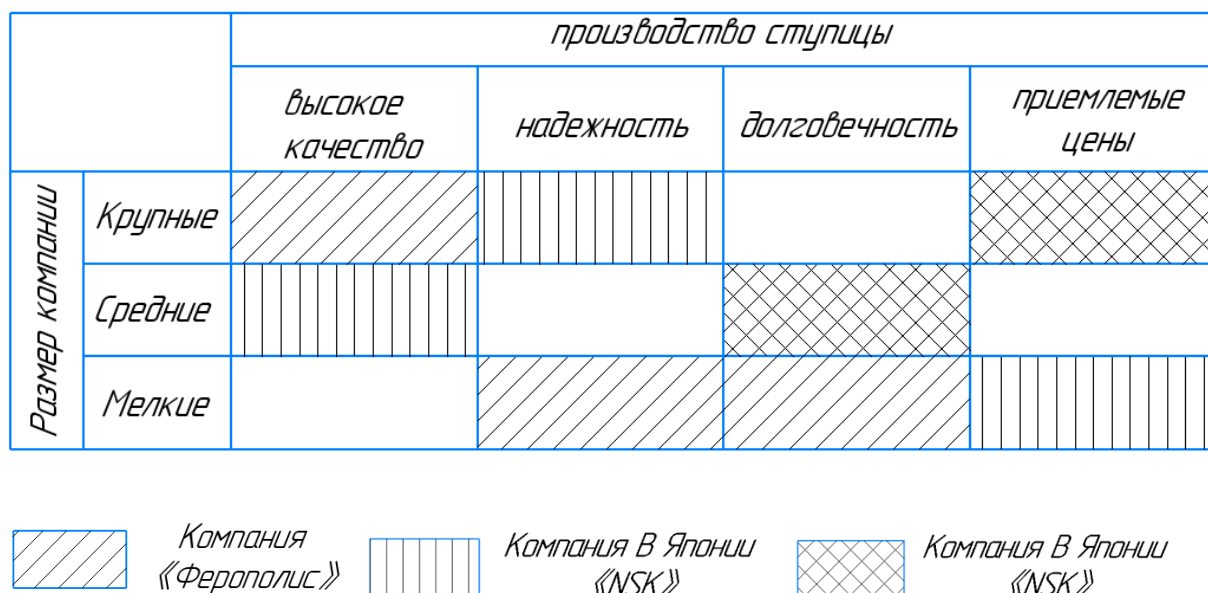


Рис. 3.2.1 Карта сегментирования рынка машиностроения (производства ступиц)

В приведенной карте сегментирования показано, какие ниши на рынке производство деталей не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

### 3.3. Анализ конкурентных технических решений

В таблице 3.3.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок ступица)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
2. Трещиностойкость	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы ступицы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>4,32</b>	<b>3,6</b>	<b>3,47</b>

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (3,1)$$

Где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 43 \cdot 4,32 = 185,76 \quad (3,2)$$

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 38 \cdot 3,6 = 136,8 \quad (3,3)$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 37 \cdot 3,4 = 125,8 \quad (3,4)$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что наша разработка превосходит аналогичные разработки потенциальных конкурентов по таким параметрам как ударопрочность и трещиностойкость.



Следовательно, разработка является актуальной и перспективной. Общая оценка эффективности показала, что предложенная нами разработка конкурентоспособна.

### 3.4. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз. Представим SWOT-матрицу (таблица 3.4.1)

Таблица 3.4.1 – SWOT-анализ проекта

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b> С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта. С4. Экологичность технологии С5. Квалифицированный персонал.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b> Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
<b>Возможности</b> В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	<b>Направления развития</b> В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за	<b>Сдерживающие факторы</b> В1Сл2. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.

	рубеж и выхода на мировой рынок.	
<b>Угрозы</b> У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	<b>Угрозы развития</b> У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития. У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	<b>Уязвимости:</b> У1Сл2. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

SWOT-анализа позволил определить факторы отрицательно влияющие на продвижение разработки на рынок. К таким факторам относится:

- 1) появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
- 2) продукция конкурентов недорогая и долговечная.

Отрицательное влияние факторов возможно устранить с помощью внедрения предложенной НИР, которая предусматривает возможности для их устранения.

### 3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках этого этапа составляется морфологическая матрица. Пример морфологической матрицы для ступицы приведен в табл. 3.2.1.

Таблица 3.5.1 – Морфологическая матрица для ступицы

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
--	----------	----------	----------	----------	----------

А. Материал основная	стали	чугун	сплав	другое	
Б. Подшипник и ступицы	радиальным и	упорными	радиально- упорными	упорно-радиальн ыми	
В. Крепеж колес	Один болт и одна гайка с конической зажимной деталью	Болты и гайки с конической зажимной частью и головкой	Болт и гайка со сферическо й зажимной деталью и головкой	Гайка с шайбой	
Г. На каком устройстве	автомобиль	снегоуборочн ые машины	уборочные машины	асфальтоукладчи ки	автовышк и
Д. Окружающа я среда	воздух	вода	снег	масло	
Е. ступица для чего	передача крутящего момента колесу	удержание узлов на полуоси	обеспечени е вращения колеса	удержание барабана и тормозного диска	фиксация диска колеса

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения.

Для данной матрицы это может быть А1Б3В2Г1Д3Е3.

### 3.6. Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник

2	Подбор и изучение материалов по тем	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	10	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	3	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	13	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	13	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	16	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и	10	Студент- дипломник

	изготовление макета (опытного образца)		
15	Лабораторные испытания макета	4	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	4	Студент- дипломник
17	Оформление патента	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	6	Студент- дипломник

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.6.2).

Таблица 3.6.2 Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб	Содержан ие работ	Должность исполните ля	tki	Феврал ь		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составле ние и утвержде ние техничес кого задания	Руководит ель темы, Студент- дипломник	5														
2	Подбор и изучение материал ов по теме	Руководит ель темы, Студент- дипломник	11														
3	Проведен ие патентны х исследова ний	Студент- дипломник	27														

4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3														
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3														
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22														
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18														
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9														
9	Оценка эффективности полученных	Руководитель	13														

	результат ов																
10	Опреде- ление целесооб- разности проведен- ия ОКР	Руководит ель	16														
11	Разработк а блок-схе- мы, принципи альной схемы	Руководит ель, Студент- дипломник	8														
12	Выбор и расчет конструк- ции	Руководит ель, Студент- дипломник	7														
13	Оценка эффектив- ности производ- ства и применен- ия проектир- уемого изделия	Руководит ель, Студент- дипломник	5														
14	Конструи- рование и изготовле- ние макета (опыт- ного образца)	Студент- дипломник	11														
15	Лаборато- рные испытани	Студент- дипломник	5														

	я макета																
16	Составле ние поясните льной записки (эксплуат ационно- техничес кой документ ации)	Студент- дипломник	5														
17	Оформле ние патента	Руководит ель, Студент- дипломник	8														
18	Размещен ие рекламы	Студент- дипломник	9														

Примечание:

	Студент- дипломник
	руководитель темы

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

### 3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. Представим результаты расчета потребности в материалах на НТИ в таблице 3.7.1.



Таблица 3.7.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы $З_m$ , руб
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Универсальная токарная ALX1500	шт.	1	700000	700000
Долбежный станок 7А420	шт.	1	300000	300000
Штангенциркуль	шт.	5	400	2000
Внутренний микрометр	шт.	5	2000	10000
Итого, руб				1013000

Величина материальных затрат составила 1013000 рублей.

Представим расчет потребности в трудовых ресурсах для научных (экспериментальных) работ. Для этого представим расчет основной заработной платы  $З_{осн}$  и дополнительной заработной платы  $З_{доп}$ :

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (3,5)$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $З_{осн}$ .

Основная заработная плата работника:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (3,6)$$

Где:  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн.;

$З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (3,7)$$

Где:  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней  $M=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $M=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (3,8)$$

Где:  $Z_{TC}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{TC}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (3,9)$$

Где:  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 27000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 52650 \text{руб.}$$

(3,10)

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{52650 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2632,5 \text{руб.}$$

(3,11)

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2632,5 \cdot 13 = 34222,5 \text{руб.} \quad (3,12)$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 34222,5 = 4620 \text{руб.} \quad (3,13)$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{руб.}$$

(3,14)

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1657,5 \text{руб.}$$

(3,15)

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1657,5 \cdot 17 = 28177,5 \text{руб.} \quad (3,16)$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 28177,5 = 3804 \text{руб.} \quad (3,17)$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.7.2.

Таблица 3.7.2 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$З_{\text{тс}},$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}},$ руб.	$З_{\text{дн}},$ руб.	$T_{\text{р}},$ раб. дн.	$З_{\text{осн}},$ руб.	$k_{\text{д}}$	$З_{\text{доп}},$ руб.	Итого, руб.
руководитель	27000	0,3	0,2	1,3	52650	2632,5	13	34222,5	0,135	4620	38842,5
студент	17000				33150	1657,5	17	28177,5		3804	31981,5

Представим расчет отчислений во внебюджетные фонды (страховые отчисления). Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (34222,5 + 4620) = 11653 \text{руб.} \quad (3,18)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (28177,5 + 3804) = 9594 \text{руб.} \quad (3,19)$$

Где:  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30%.

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$З_{нак} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{нр} \quad (3,20)$$

где:  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$З_{нак} = (З_{м} + З_{з} + З_{внеб}) \cdot 0,16 \quad (3,21)$$

$$З_{нак} = (1013000 + 70824 + 21247) \cdot 0,16 = 176811 \text{руб.} \quad (3,22)$$

На основе представленных выше результатов расчета потребности в ресурсах составим бюджет проекта (таблица 3.3.9).

Таблица 3.7.3 – Бюджет затрат на проектирование

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	1013000	79,02

2. Затраты по основной зарплате	62400	4,87
3. Затраты по дополнительной зарплате	8424	0,66
4. Отчисления во внебюджетные фонды	21247	1,66
5. Накладные расходы	176811	13,79
Бюджет затрат на проектирование	1281882	100

Бюджет всех затрат проекта равен 1281882 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (79,02 %).

### **3.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Определение ресурсоэффективности основано на расчете интегрального показателя ресурсоэффективности

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.23)$$

Где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.8.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45 \quad (3,24)$$

Итак, в результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 1281882 рубля.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Ван Вэньчжэнь

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема дипломной работы: «Разработка технологического процесса изготовления Ступица»**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения)</li> </ul> <p><b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Объектом исследования является вентилятор</p> <p>Область применения: Охлаждения двигателя в период работа.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p><b>Анализ показателей шума и вибрации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>установление соответствие показателей нормативному требованию;</li> </ul> <p><b>Анализ показателей микроклимата</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности.</li> </ul> <p><b>Анализ освещенности рабочей зоны</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности;</li> <li>при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p><b>Анализ электробезопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>наличие электроисточников, характер их опасности;</li> <li>установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления.</li> <li>при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p><b>Анализ пожарной безопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>присутствие горючих материалов, тем самым,</li> </ul>	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты;</li> <li>привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления,</li> <li>категорию пожароопасности помещения,</li> <li>марки огнетушителей, их назначение.</li> </ul> <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>

присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре.	
<b>2. Экологическая безопасность:</b> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассматриваются 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приведены: • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2021 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	Д.т.н.		01.05.2021 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Ван Вэньчжэнь		01.05.2021 г.



## **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

Выполняемой темой данной ВКР является разработка технологии изготовления основы. Деталь изготавливается серийном на производстве.

Современное производство нацелено на увеличение объемов изготовленных товаров при минимизации затрат. С одной стороны, это повышает комфортность существования человечества, а с другой стороны, производственные процессы часто являются источниками опасности для человечества в целом.

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

#### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

## **4.2 Производственная безопасность**

На большинстве производств, особенно государственных, есть должность: инженер по технике безопасности. Он проводит инструктаж всех вновь поступающих работников с соответствующей записью в журнале по технике безопасности.

Необходимо отметить, что охрану труда нельзя отождествлять с техникой безопасности, производственной санитарией, гигиеной труда, ибо они являются элементами охраны труда, её составными частями. Таким образом в состав системы охраны труда входят следующие элементы:

- Техника безопасности;
- Производственная санитария определяется как система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.
- Гигиена труда характеризуется как профилактическая медицина, изучающая условия и характер труда, их влияние на здоровье и

функциональное состояние человека и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работающих.

- Электробезопасность — состояние защищённости работника от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.
- Пожарная безопасность- состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров.
- Промышленная безопасность — состояние защищённости жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий. В свою очередь охрана труда, электробезопасность, промышленная безопасность, пожарная безопасность являются составными частями безопасности жизнедеятельности.
- Управление безопасностью труда — организация работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности, профессиональных заболеваний, улучшению условий труда на основе комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда. Основана на применении законодательных нормативных актов в области охраны труда.

**Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы**

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разраб	Изгото	Эксплу	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

### **4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Производственная среда — это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами труда. Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных

травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д. [9, ст. 1]. Согласно ГОСТ 12.0.003—2015 опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: • физические; • химические; • биологические; • психофизиологические. Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на следующие: • движущиеся машины и механизмы; • подвижные части производственного оборудования; • передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; • разрушающиеся конструкции; • обрушивающиеся горные породы.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека на: токсические; раздражающие; сенсibilизирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию; • по пути проникания в организм человека через: органы дыхания; желудочно-кишечный тракт; кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;

- микроорганизмы (растения и животные). Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Основными опасным фактором являются

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;

- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

## **4.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)**

### **4.4.1 Анализ условий труда на рабочем месте**

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.



Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м<sup>3</sup> свободного пространства и не менее 4.5 м<sup>2</sup> площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия

зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

#### **4.4.2 Анализ показателей микроклимата**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	$\leq 0.2$

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

#### 4.4.3 Анализ показателей шума и вибрации

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ:

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

#### **4.4.4 Анализ освещенности рабочей зоны**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения,

должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 15\text{м}$ , ширина  $B = 6\text{м}$ , высота =  $3,5\text{м}$ . Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0\text{м}$ . Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

$$S = 15 \times 6 = 90\text{м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор  $\rho_c = 40\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_p = 70\%$ .

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_z = 1,2$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{лд}} = 3000 \text{ Лм}.$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР – 2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40Вт каждая, длина светильника равна 1200мм, ширина – 260мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

Где:  $h_n$ –высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$ – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 40\%$  и индексе помещения  $i = 1,97$  равен  $\eta = 0,65$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$ , необходимый световой  
ПОТОК

#### **4.4.5 Анализ электробезопасности**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих



особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

#### **4.4.6 Анализ пожарной безопасности**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $B_{1n}$ ,  $G_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные

при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом.

#### **4.5 Экологическая безопасность**

Промышленный комплекс по интенсивности воздействия на окружающую среду занимает ведущее место. Главными причинами этого первенства являются: несовершенные технологии производства, чрезмерная концентрация - как территориальная, так и в пределах одного предприятия, отсутствие надежных природоохранных сооружений. Несовершенство современных технологий не позволяет полностью перерабатывать минеральное сырье. Большая часть этого сырья возвращается в природу в виде отходов. Готовая продукция составляет 1 - 2% от используемого сырья, а остальные возвращаются в виде отходов в биосферу, загрязняя ее.

По степени и характеру воздействия таких показателей, как объемы промышленных отходов, выделяют кроме топливно-энергетических, металлургических, химико-лесных, строительных также машиностроительные комплексы. Среди всех отходов привлекает внимание большое поступление в атмосферу выбросов газообразного диоксида серы - одного из вредных загрязняющих веществ промышленного происхождения, который в условиях атмосферы превращается в кислоту и служит причиной возникновения кислотных дождей.

Машиностроительные предприятия являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

#### **4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф – наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки – вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах

сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- геофизические опасные явления – землетрясения, вулканы и т.д.
- геологические опасные явления – пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- метеорологические опасные явления – бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- гидрологические опасные явления – наводнения, паводки, половодья и т.д.
- морские гидрологические опасные явления – штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- гидрогеологические опасные явления – опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.

- природные пожары – лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;

4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;

5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;

6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;

2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);

3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;

4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в



последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

## **Выводы**

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности.

## Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.—М.: ООИД «Альянс», 2015.—256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процес-сов изготовления деталей: Учебное пособие. —Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. И доп. — М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции — Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил. -450-7 5-217-00032-5.
7. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
8. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.

9. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
10. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
11. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс] <http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>.
12. Аникеева О.П. Управление социальной ответственностью// В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр. – 2018, № 3 (15). — С. 180-184.
13. Плетнева, Н.П. Социальная ответственность организаций / Методы менеджмента качества. 2019. № 2. С. 39-41.
14. Тимофеева В.И. Социальная ответственность как элемент экономической деятельности организации / Вестник Тюменского государственного университета. — 2019, №7. — С. 167-169.

# Приложение А

## Чертеж детал



# Приложение Б

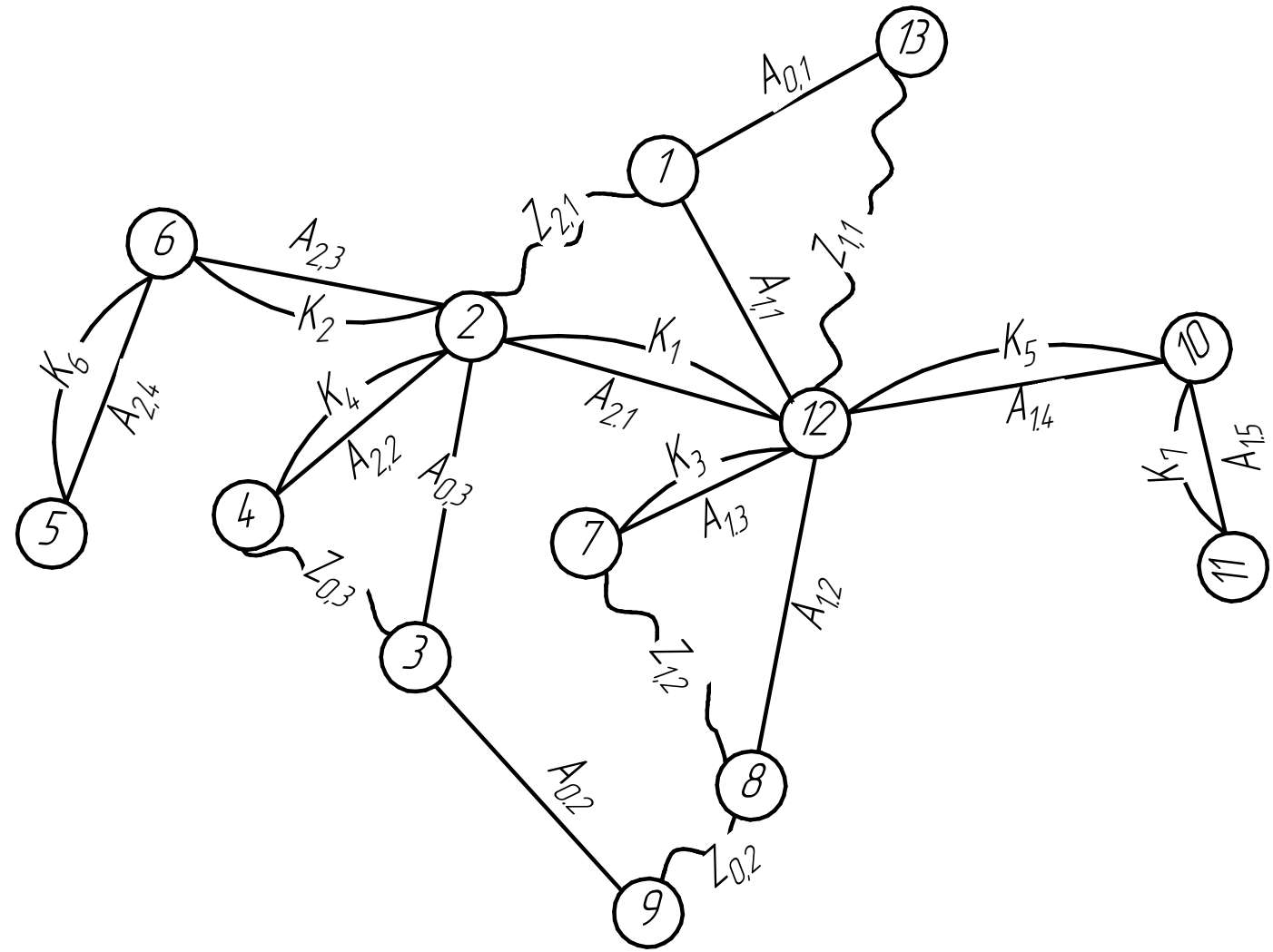
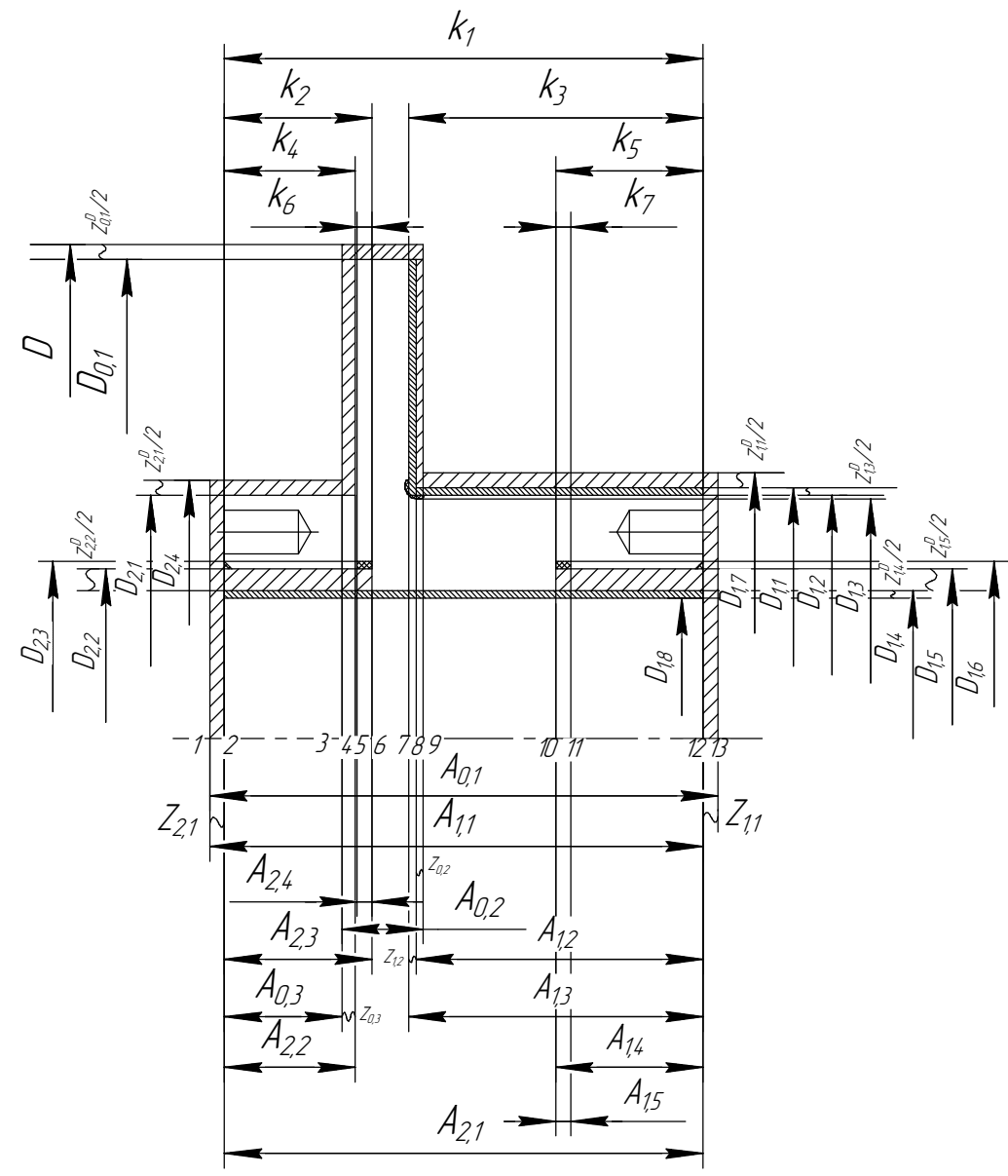
## Линейная размерная схема

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Размерный анализ



Изм.	Лист	Ван Вэньчжэнь	Подп.	Дата
		№ докум.		

Размерный анализ

Копировал Формат А3

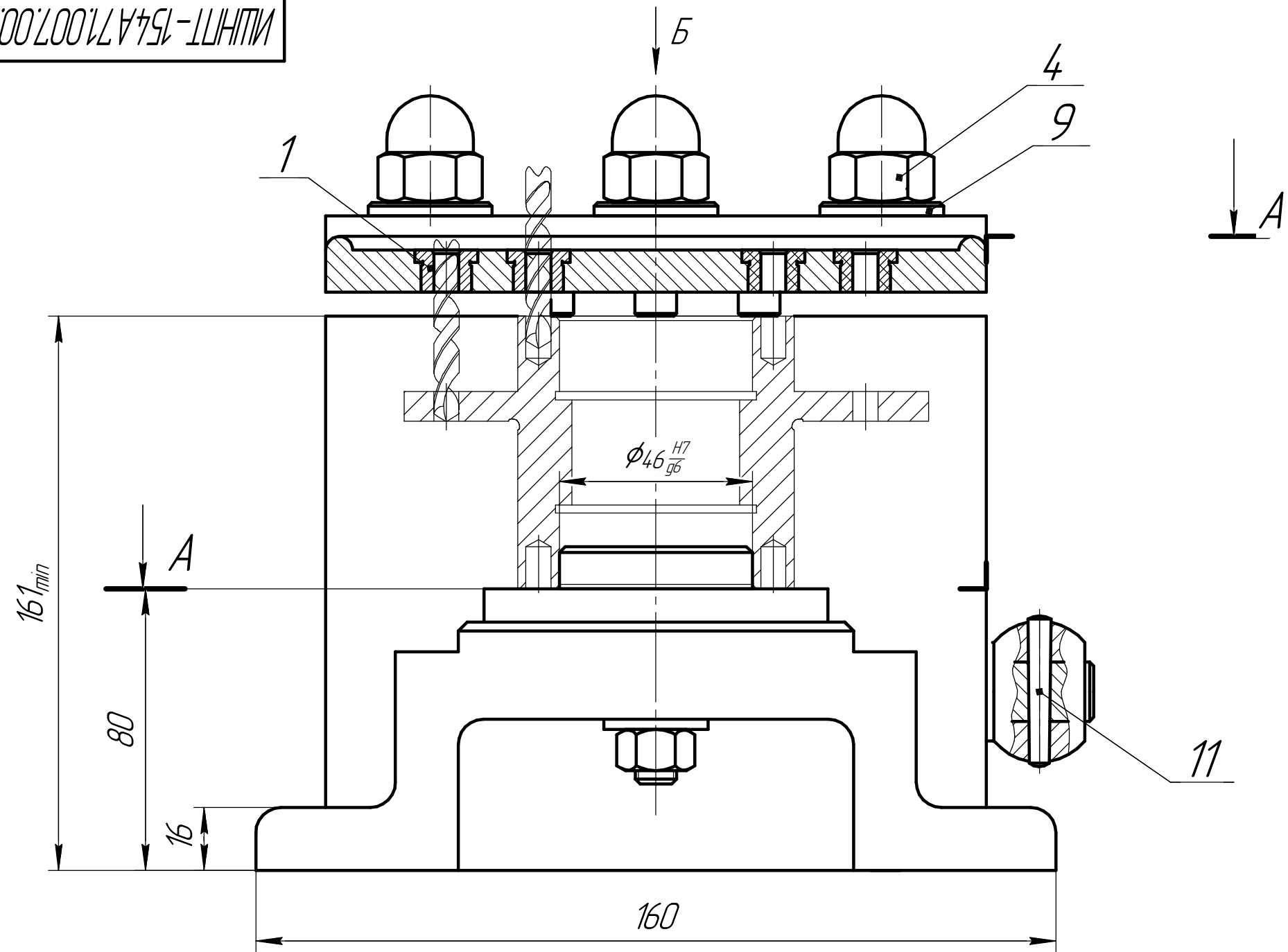
Лист

# Приложение В

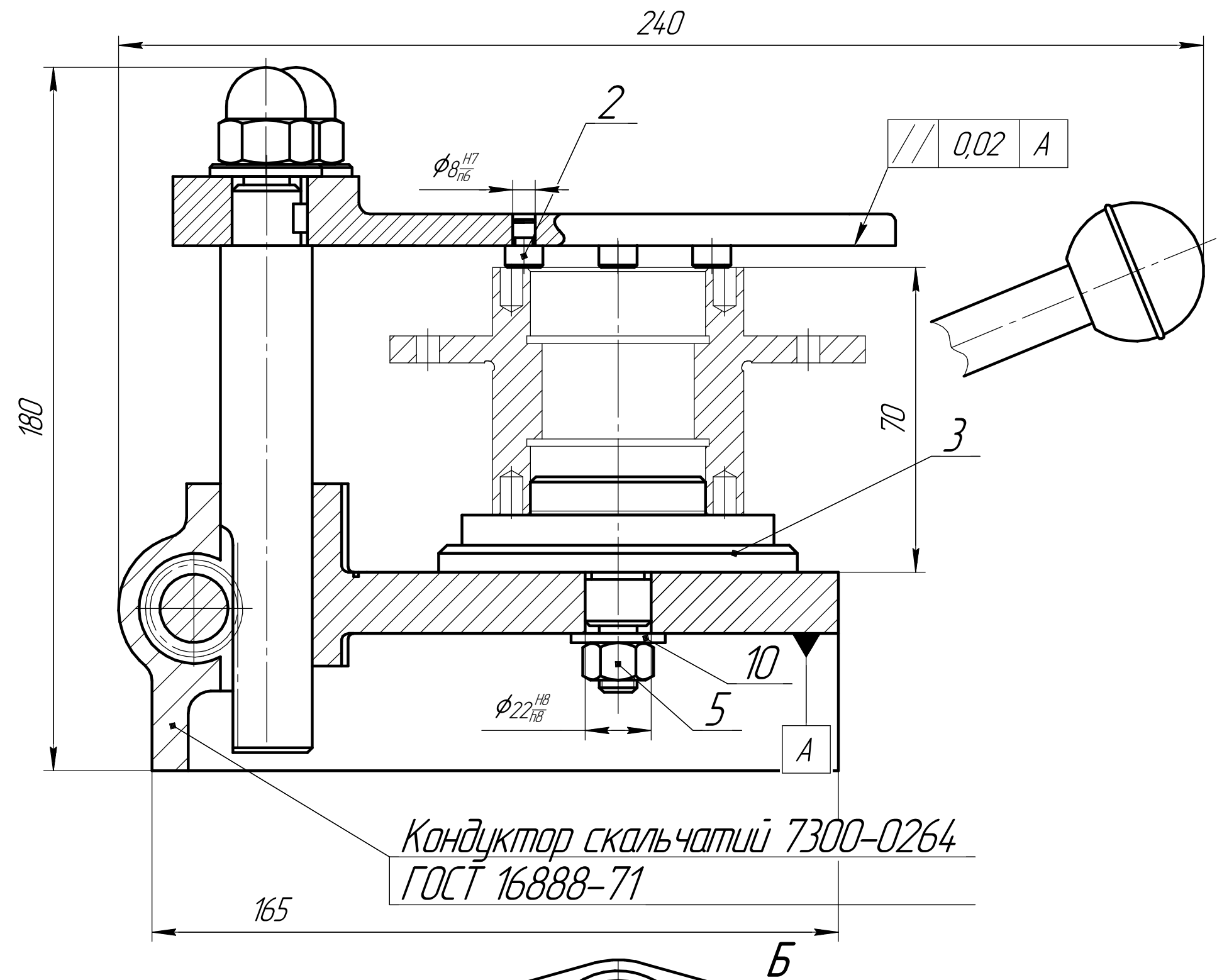
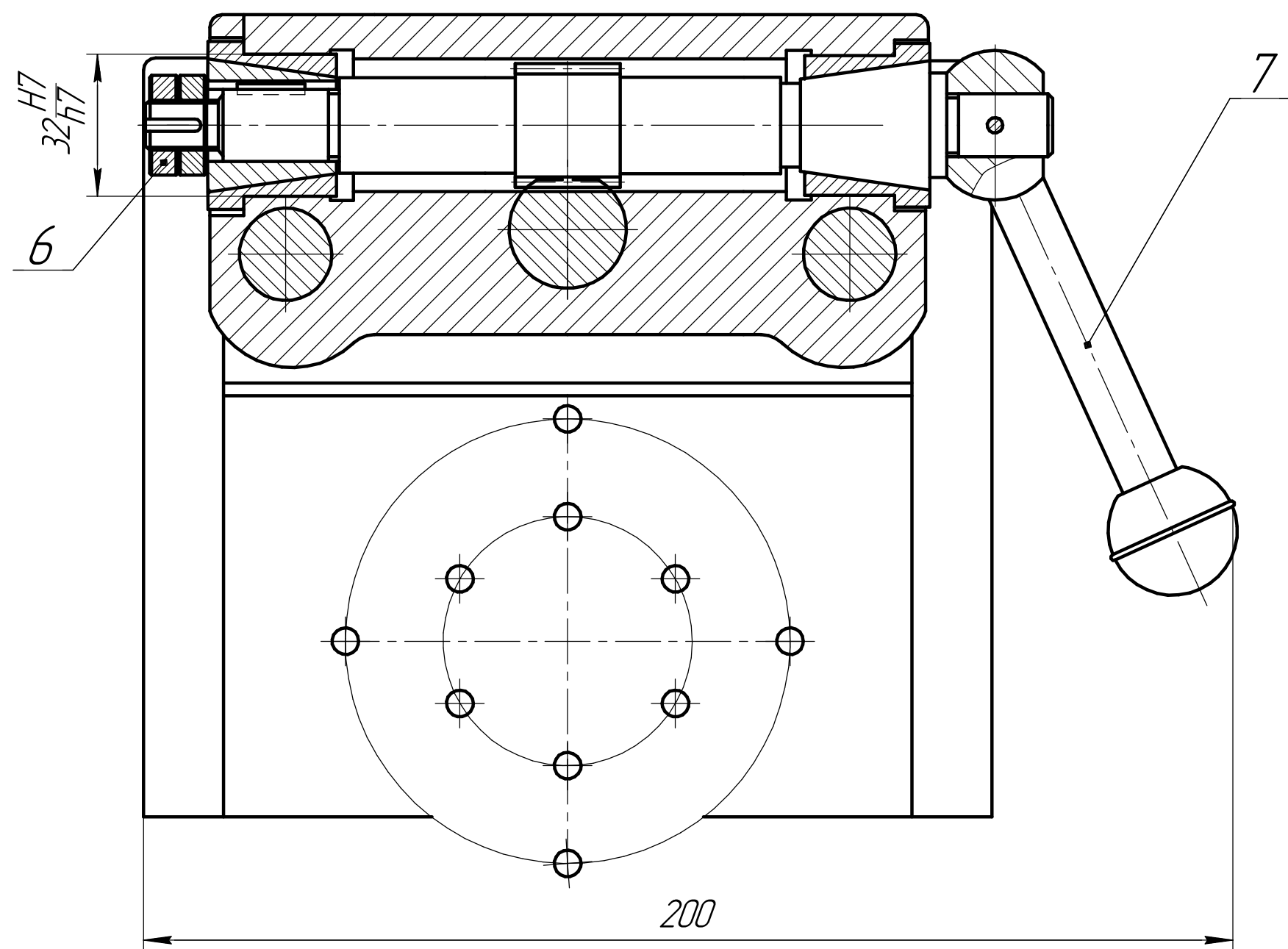
## Сборочный чертеж приспособления



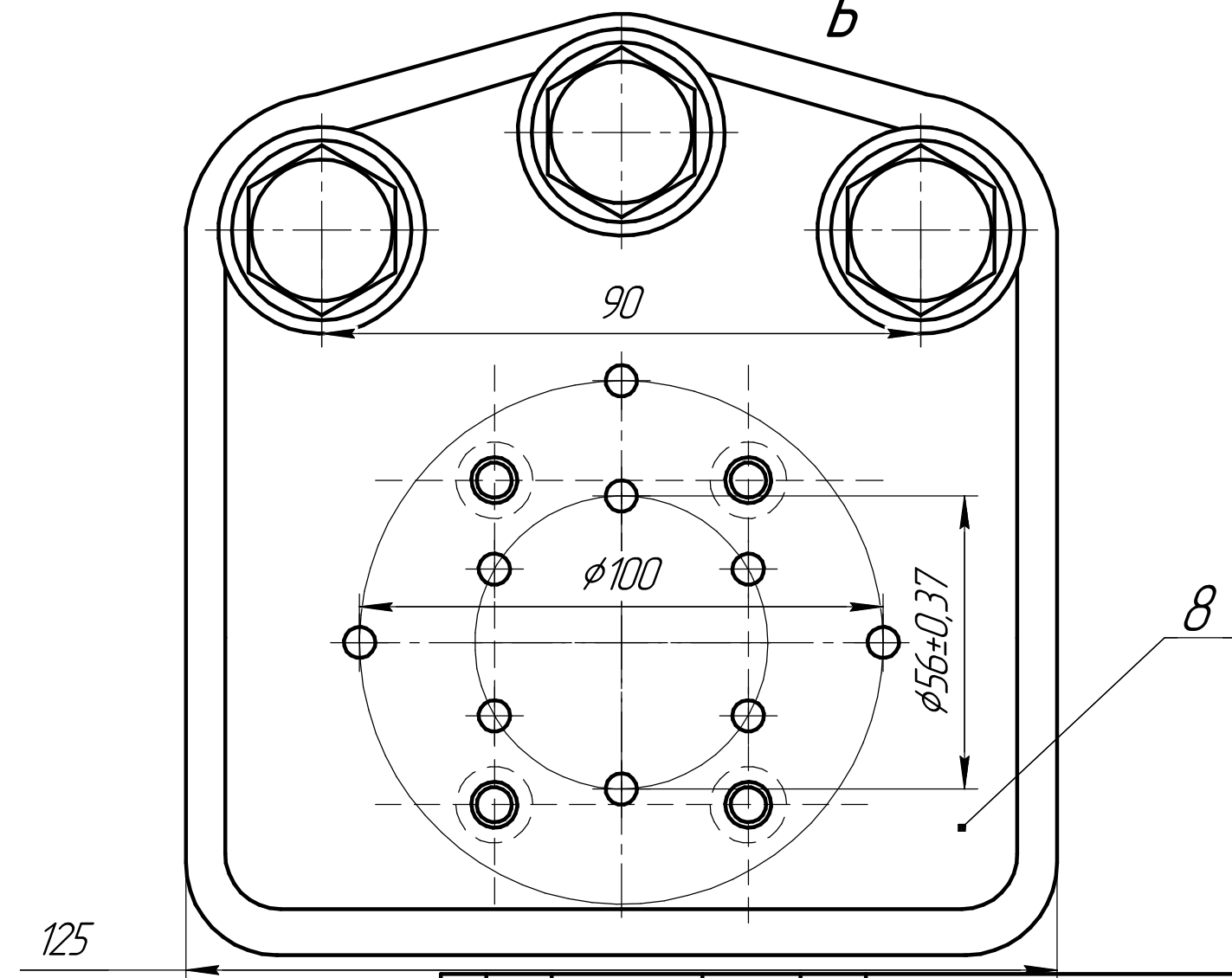
ИШНПТ-154А71.007.00.00.СБ



A-A



Кондуктор скальчатий 7300-0264  
ГОСТ 16888-71



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Ван Вэньчжэнь			
Проб.	Шидинский К.Г.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-154А71.007.00.00.СБ			Лист	Масса	Масштаб
Кондуктор скальчатий					1:1
Складальний креслений			Лист	Листов	1
ТПУ ИШНПТ			Група 154А71		
Копировал			Формат А2		

# Приложение Г

## Спецификация

КОМПАС-3D v18.1 Чудова версія © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
Подп. и дата	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата									
					A1		ДПБ.ІМ.М1083.09.004 СК	Складальне креслення					
								Деталі					
					БК	1	ДПБ.ІМ.М1083.09.005	Втулка кондукторна	1				
					БК	2	ДПБ.ІМ.М1083.09.006	Упор	3				
					БК	3	ДПБ.ІМ.М1083.09.007	Установ	1				
Подп. и дата	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата									
						4		Гайка ковпачкова М18					
								ГОСТ 11860-85	3				
						5		Гайка М8 ГОСТ 9515-70	1				
						6		Гайка М14 ГОСТ 9516-70	2				
						7		Ручка 8054-0017					
								ГОСТ 14 748-69	1				
						8		Плита кондукторна 7030-1161					
								ГОСТ 16890-71	1				
Подп. и дата	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата									
						9		Шайба 18 ГОСТ 9065-75	3				
						10		Шайба ГОСТ 11371-78	1				
						11		Штифт 2.6 x 45 ГОСТ 3129-70	1				
					Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Ван Вэньчжэнь									Н		1	
Пров.	Шидинский К.Г.												
Н.контр.													
Утв.													
ГРУППА ИШНПТ Группа 154А71													

Приложение Д  
Карта технологического процесса

[illegible]



[illegible]